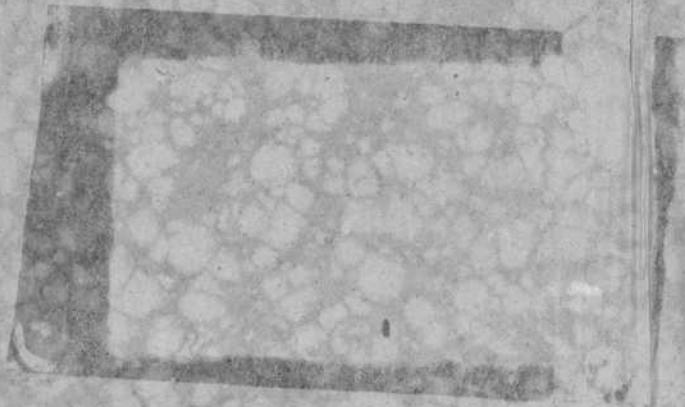
SG-8
4-1

B.P. de Soria
61112910
D-2 572



Rgdo 1910

MINERALOGÍA Y ZOOLOGÍA APLICADAS A LA FARMACIA

BIBLIOTECA
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

D-2
572
2910

6
387

R.º 552

MINERALOGÍA Y ZOOLOGÍA APLICADAS A LA FARMACIA

POR

MARCELO RIVAS MATEOS

CATEDRÁTICO DE ESTA ASIGNATURA EN LA FACULTAD DE FARMACIA
DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL

TOMO I

MINERALOGÍA

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

MADRID
LIBRERÍA GENERAL DE VICTORIANO SUÁREZ
PRECIADOS, 48
1925

IMPRENTA CLÁSICA ESPAÑOLA GLORIETA DE LA IGLESIA. MADRID

La rama de la Historia Natural que se ocupa del desenvolvimiento de la tierra se llama Geología.

Los materiales constitutivos de la corteza terrestre se agrupan en tres secciones: minerales, rocas y fósiles. Son *minerales* cuando tienen composición química definida y forma determinada; la ciencia que los estudia se llama *Mineralogía.* Las *rocas* son mezclas informes de minerales; esta sección se denomina *Litología.* Por último, el estudio de los *fósiles*—formas orgánicas o restos de seres vegetales o animales sepultados en la tierra en diversas épocas geológicas—es objeto especial de la *Paleontología.*

Es, pues, la *Mineralogía* la parte de la Geología que estudia los minerales.

Se divide en *general* y *especial:* la Mineralogía general se ocupa de lo que es común a todos los minerales; la especial trata del estudio particular de cada uno de ellos.

Son tantos y tan diversos los conocimientos que se necesitan para el estudio de los minerales, que dado el estado actual de la ciencia, no es posible emprender con provecho este estudio si no se posee vasta ilustración científica, principalmente de matemáticas, física y química. Hay un capítulo o, mejor dicho, una ciencia, la Cristalografía, cuyo desarrollo es tan grande y su trascendencia tal, que absorbe casi toda la Mineralogía y buena parte de las ciencias físico-químicas.

Para armonizar el estudio con los conocimientos modernos y con la índole de la asignatura, haremos la división de la Mineralogía general en los siguientes capítulos:

I. Cristalografía geométrica.—II. Física mineral.—III. Química mineral.—IV. Yacimiento.—V. Taxonomía.

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

I.—CRISTALOGRAFÍA GEOMÉTRICA

La idea clásica de «cristal» ha quedado relegada a mero recuerdo histórico. Realmente, *cristal es toda substancia anisótropa;* es decir, que ópticamente considerado, tiene la propiedad de bifurcar el rayo luminoso. Claro es que para que tal fenómeno se verifique, es preciso que el éter—como oportunamente veremos—esté distribuído de modo especial dentro de la substancia, lo cual revela también una disposición determinada de los corpúsculos materiales, corpúsculos cristalinos del cuerpo. Los cristales pueden ser, por lo tanto, sólidos, líquidos y gaseosos.

En teoría, este modo de concebir el «cristal» está acorde con los conocimientos modernos respecto a «redes moleculares», y hasta con el nuevo concepto de la materia y del átomo, complejo de substancias isótopas, aun cuando de igual peso atómico. Pero ello, que es hoy indispensable y fundamental para las investigaciones de físicoquímica, choca en la práctica con la Cristalografía mineralógica, tan materializada y tan real en sus relaciones con la sistemática. Hasta que la físicoquímica no adelante más, el naturalista no tiene más remedio que hacer uso de la Cristalografía clásica, aun cuando sometida a los nuevos conocimientos.

Los minerales pueden aparecer en la naturaleza cristalizados, cristalinos y amorfos. Los *cristalizados* tienen forma regular interna y externa; los *cristalinos* son informes al exterior, pero regulares en el interior; y, por último, los minerales *amorfos*—que con recto criterio científico no debieran estudiarse en Mineralogía—son aquellos que nunca muestran regularidad interna ni externa.

Cristalización.—El mecanismo en virtud del cual las substancias cristalizan, recibe el nombre de cristalización. Los poliedros resultantes se denominan *cristales.*

Los cristales se forman siempre que las substancias—susceptibles de cristalizar—colocadas en condiciones de espacio, tiempo y reposo, pasan del estado líquido o gaseoso al sólido. Son, pues, condiciones necesarias para la formación de los cristales: 1.ª, que la substancia esté en estado líquido o vapor,

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

para que así las moléculas, moviéndose libremente y según sus energías, puedan disponerse con regularidad; 2.ª, tiempo necesario para que se verifique el fenómeno; 3.ª, espacio suficiente para que evolucionen las moléculas, y 4.ª, reposo para impedir que energías extrañas modifiquen las que en sí llevan las moléculas y que son las que tienden a la agrupación regular.

Según la teoría molecular, puede suponerse que las moléculas químicas se reúnen en el momento de la cristalización, constituyendo las *moleculas cristalinas;* éstas se hallan animadas de dos energías, una de traslación y otra de orientación. Supongamos queda fija una molécula cristalina *(núcleo cristalino);* al lado de ella se van disponiendo orientadas las demás moléculas, conservando equidistancias en la misma dirección del poliedro resultante o *cristal.*

Para comprender el mecanismo de la cristalización es muy instructivo el ejemplo que cita Tschermak en su *Mineralogia* al ocuparse de la teoría molecular de Bravais y Frankenheim. «Para formarse idea de este fenómeno, bastará recordar lo que sucede en una plaza llena de soldados en desorden, que van de una parte para otra, representando en aquel momento el estado de libertad o líquido por fusión o disolución de las moléculas del cuerpo que cristaliza. Pero en un momento dado un soldado se para, a su lado se coloca otro, al lado de éste otro y así sucesivamente hasta constituir una fila, detrás de la cual se forma otra paralela a ella y detrás otra y otras sucesivas, todas paralelas, en las cuales los soldados guardan las mismas distancias entre sí hasta formar un rectángulo o un cuadrado. De igual modo se desarrolla un cristal, con la diferencia de que, en vez de hacerlo en un solo plano, como se colocan los soldados, las moléculas cristalinas se distribuyen con regularidad en las tres direcciones.»

La formación de los cristales obedece, pues, a una ley de crecimiento uniforme alrededor de un núcleo sobre el que desarrollan la fuerza de orientación las moléculas que integran el poliedro. Tanto es así, que si se rompe un cristal y se echa un pedazo en un líquido que contenga aquella substancia en disolución, o mejor en el agua madre donde se formó, se verifica la restauración del cristal en virtud de un rápido crecimiento por las superficies de fractura; una vez reproducido, es cuando el crecimiento se hace regular por toda la superficie.

La presencia de cuerpos extraños suele alterar la forma de los cristales. Un ejemplo muy conocido nos lo ofrece el alumbre potásico; normalmente produce octaedros o combinaciones del octaedro con el cubo, preponderando notablemente el octaedro; si a la disolución acuosa se agrega ácido

clorhídrico, los cristales resultan piritoédricos; y si se hace que la disolución sea alcalina, se forman cubos, libres de toda combinación.

LEYES CRISTALOGRÁFICAS

Los cristales están sometidos a las siguientes leyes clásicas que son las fundamentales de la cristalografía geométrica:

1.ª *Una cara, cualesquiera que se considere en el cristal, va acompañada de otra a la que es paralela.*

2.ª *Para una substancia, dentro de la misma forma, el valor del ángulo diedro de los cristales es constante.*

3.ª *En todo cristal, los elementos iguales se modifican a la vez y de la misma manera.*

4.ª *Las caras existentes o posibles en el cristal tienen una relación paramétrica, en la que los valores de los índices son números racionales.*

5.ª *En toda serie cristalina un término cualesquiera está determinado por las zonas que forman entre sí los términos precedentes.*

Las superficies planas en que terminan los cristales se llaman *caras;* dos caras inclinadas entre sí forman *ángulo diedro;* cuando las caras que forman ángulo son tres o más de tres *(ángulos poliedricos),* se acostumbra a llamar *vertices;* la intersección de dos caras forman la *arista.*

Paralelismo de las caras.—Una cara, cualesquiera que se considere en el cristal, va acompañada de otra opuesta a la que es paralela. Algunas meriedrias hacen excepción a esta ley; pero no las holoédricas de que proceden.

El espacio comprendido entre dos caras paralelas se denomina *espacio cristalino;* fácil es comprender que estos espacios no pueden ser cerrados más que por otras caras paralelas que a su vez determinan otros espacios cristalinos. Cuando el cristal está formado por caras de la misma especie, se llaman *formas cerradas* (octaedro, etc.); si el cristal está formado por caras de distinta especie, de modo que las de una clase, aunque se prolonguen, no pueden limitar el espacio, las formas se llaman *abiertas* (prisma exagonal, etc.).

Puede ocurrir—y esto es muy general en los cristales naturales—que las formas aparezcan contrahechas, deformadas y por lo mismo que los espacios cristalinos estén comprimidos o alargados: pero aun en estos casos, siempre se conser-

va el paralelismo de las caras. Por eso, en el estudio de los cristales importa poco la distancia; lo que interesa es el modo como están dispuestas las caras.

Constancia de los ángulos diedros.—Para una substancia, dentro de la misma forma, el valor del ángulo diedro de los cristales es constante.

Este fundamental principio fué descubierto por Stenon (1669), y dado a conocer más tarde (1783) por el cristalógra-

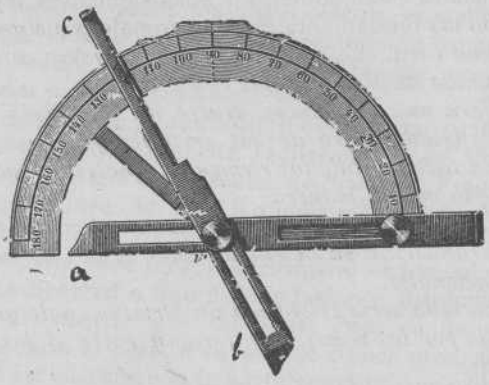


Fig. 1

fo Romé de Lisle. Es de tal interés, que no sólo resulta el fundamental de la cristalografía, sino que nos sirve para resolver los problemas más delicados del dimorfismo e isomorfismo. Se creía antiguamente que la *baritina* y *celestina* era un solo mineral; al hacer la medición angular de los prismas rómbicos notaron una diferencia cerca de 3° (unos valen 101°,42′ *baritina,* y otros 104° *celestina).* Esta diversidad en el valor angular era inexplicable, hasta el punto de dudar los cristalógrafos de la exactitud del principio de Stenon. La objeción se convirtió en prueba cuando el análisis químico descubrió que aquellos cristales correspondían a dos especies distintas.

Goniometría.—Se ocupa de la medición de los ángulos diedros de los cristales; los aparatos empleados se llaman goniómetros. Los goniómetros se dividen en dos grupos: de *aplicación* y *reflexión.*

Los *goniómetros de aplicación* o contacto se fundan en el teorema de geometría que dice: los ángulos opuestos por el vértice son iguales. A este grupo corresponde el goniómetro de Carangeot, reformado por Haüy; consiste (fig. 1) en dos

ramas unidas en forma de tijera; sobre la rama fija va un semicírculo graduado de la manera que indica la figura. Se coloca el diedro en el ángulo *a w b*, de modo que las dos ramas coincidan exactamente con las dos caras. La rama *c* indica en el semicírculo el grado correspondiente al ángulo del diedro que se determina. Se comprende no es posible la exactitud de este aparato: pero, por ser tan sencillo su ma-

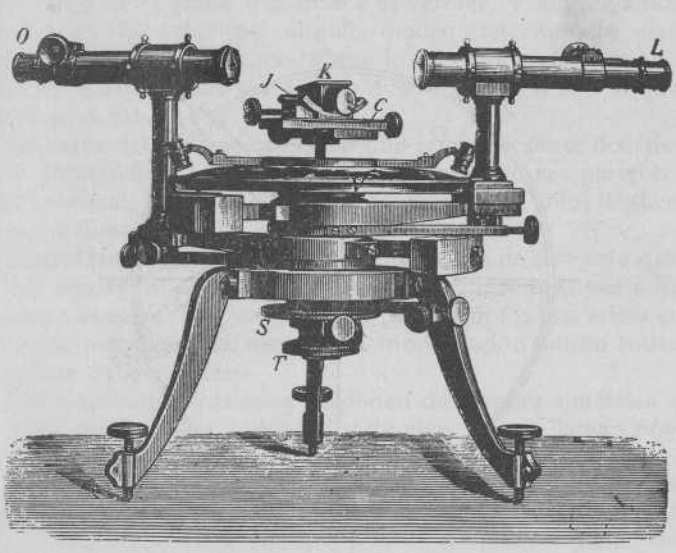


Fig. 2

nejo, es recomendable para los casos en que sólo se necesita datos aproximados; aun cuando las mediciones se hagan con cuidado, siempre resultan errores en la segunda cifra decimal.

Los *goniómetros de reflexión* se fundan en la ley de la reflexión de la luz, que dice: el ángulo de incidencia es igual al de reflexión y se hallan en el mismo plano, vertical a la superficie de incidencia.

Muchos son los goniómetros de reflexión; pero el más usado en los laboratorios es el de Groth (fig. 2). Consiste en un soporte, con tornillos de nivelación; una platina horizontal graduada; dos anteojos, objetivo y ocular, cada uno con vernier, que recorre los bordes de la platina. El objetivo lleva un diatragma y el ocular un retículo. En el centro del aparato y sobre la platina existe un aparato de centraje, terminado en la parte superior en una plataforma, todo él con tornillos de

elevación y nivelación de la plataforma sobre la que se dispone el cristal objeto del problema.

Para determinar con este aparato el valor angular de los diedros de los cristales, se procede de la siguiente manera: Nivelado el aparato con los tornillos del trípode, se fija el anteojo *O* (fig. 3), por ejemplo, en el grado 315; el anteojo ocular *P* se traslada al grado 135 de la platina. Se coloca una

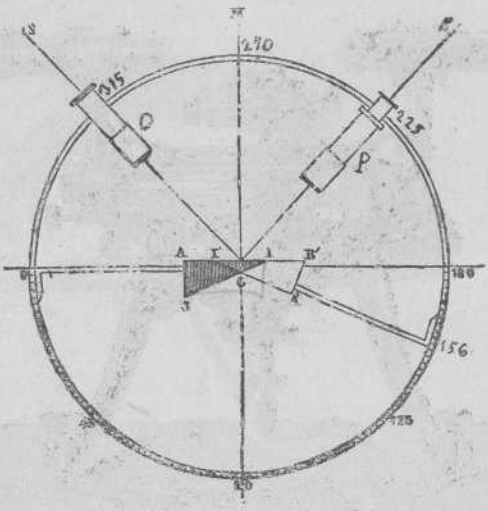


Fig. 3

luz delante del anteojo *O* (a 8 ó 10 centímetros de distancia), arreglando el diafragma de este anteojo para que sólo penetre una línea luminosa. El observador, mirando por el anteojo *P*, hace retroceder o adelantar las lentes hasta percibir con toda claridad el rayo luminoso que debe coincidir con el hilo vertical del retículo. Luego se traslada el anteojo *P* al grado 225, como muestra la figura, y allí se fija; los dos anteojos están ahora equidistantes del grado 270. Una vez dispuesto así el aparato, se coloca el cristal en la plataforma del aparato de centraje, nivelándolo con los tornillos, de tal manera que la *arista del diedro que se determina sea vertical a la platina graduada;* esto se consigue con la práctica y es uno de los datos más interesantes. Con el tornillo inferior del aparato de centraje se levanta el cristal hasta ponerlo al nivel de los anteojos, lo suficiente para que la luz se refleje sobre las caras del cristal.

Si el ángulo que vamos a determinar es el *AIB*, se hace girar la plataforma hasta que la luz, penetrando por el anteojo *O* y reflejada en la cara *AI*, se perciba en el anteojo *P* y la mira luminosa caiga en el hilo vertical del retículo. Supongamos que el vernier de la alidada del centraje marca 0°. Luego se hace girar la plataforma hasta que la luz, reflejada en la otra cara del diedro—la *BI*, que ahora ocupa en la figura la posición *B' I'*—vuelva de la misma forma que antes al anteojo *P*. Se ve el grado que marca el vernier, y supongamos sea el 156°. El valor del ángulo diedro determinado será 180° — 156° = 24°; de modo que lo obtenido por el goniómetro es el *suplemento del ángulo* que se busca, o sea lo que le falta para valer 180°.

En estas determinaciones hay que tener presente dos detalles principales: 1.°, que la arista del diedro sea perfectamente vertical, y 2.°, que a las caras del diedro sólo lleguen los rayos luminosos que pasan por el anteojo.

Simetría cristalográfica.—Dice la ley de simetría que *en todo cristal los elementos iguales se modifican a la vez y de la misma manera.* Es decir, que si, por ejemplo, una arista es sustituída por una cara, esa misma modificación sufren todas las aristas de igual clase.

Los elementos iguales se disponen de manera simétrica a los lados de un plano o alrededor de ejes, que se llaman *planos y ejes de simetría.*

La simetría se refiere solamente a *igualdad de posición*, no a igualdad de distancia, de los elementos iguales a los dos lados de un plano; dice Tschermack: «Este plano—plano de simetría—divide el cuerpo simétrico en dos porciones iguales, que se comportan recíprocamente como un objeto con relación a su imagen». Naturalmente, el plano de simetría será en este caso el plano del espejo.

Todo plano que divida al cristal en dos partes iguales, se llama *plano de simetría* o sección principal.

Eje de simetría es toda línea ideal que, pasando por el centro del cristal, alrededor de ella se encuentran de la misma manera colocados los elementos iguales. Los ejes de simetría van siempre por el centro del cristal y son normales a los respectivos planos de simetría.

Hay cristales que carecen de ejes y planos de simetría (triclínicos), pero aun en estos casos, nunca falta el *centro de simetría.* Cuando existen ejes de simetría el centro se determina porque en él se cruzan los mencionados ejes; si no hay ejes de simetría (cristales triclínicos) se determina uniendo mentalmente con una línea recta los puntos medios de dos

caras opuestas y paralelas: el punto medio de esa línea ideal es el centro de simetría.

Se comprenderá fácilmente que los planos de simetría no pueden ser más que binarios. Los ejes de simetría pueden ser binarios, ternarios, cuaternarios y senarios.

Para determinar la simetría de los ejes se hace dar una rotación completa al poliedro alrededor de dichos ejes y se observa el número de posiciones análogas. Orientado un cristal por el *eje de simetría binaria*, en una rotación completa ocupará dos posiciones iguales; si ocupa tres posiciones iguales, el eje es de simetría *ternaria;* si cuatro, *cuaternaria*, y por último, si en la rotación se observan seis posiciones iguales, el eje es senario o de simetría *senaria.*

El conjunto de formas que tienen los mismos elementos de simetría y aquéllas que de éstas puedan derivarse, se denominan *sistemas cristalinos.*

Antiguamente se estudiaban las formas, dentro del sistema, haciéndolas derivar unas de otras por *truncadura*, *apuntamiento* y *biselamiento*, fundándose en la ley de simetría que hemos enunciado al comienzo de este capítulo.

Se llama *truncadura* la substitución de una arista o ángulo por una cara; *apuntamiento* es la substitución de una cara por un ángulo; y, por último, cuando una cara es substituída por dos, se denomina *biselamiento.* Aun cuando esto ya no se emplea para el conocimiento de las formas cristalográficas, es recomendable no olvidar tan ingenioso mecanismo, muchas veces conveniente para la mejor comprensión de las series cristalográficas.

Holoedria. — Se denominan formas *holoédricas* todas aquellas que tienen los elementos de simetría (ejes y planos de simetría) que caracterizan el sistema a que corresponde. Así, por ejemplo, el sistema regular tiene nueve planos de simetría y trece ejes de simetría; de éstos, tres son cuaternarios, cuatro ternarios y seis binarios: el *cubo*, el *octaedro*, etc., son formas holoédricas, porque presentan los trece ejes de simetría del sistema regular.

Hemiedria.—Las formas hemiédricas se suponen, en teoría, procedentes de las holoédricas por desarrollo de la mitad de caras; además, los ejes de simetría pierden la mitad de su valor. Por ejemplo: hemos dicho que el octaedro es un holoedro del sistema regular; al desarrollarse solamente cuatro caras de las ocho que tiene, se forma un sólido de cuatro caras que es el llamado *tetraedro;* esta forma hemiédrica presenta sólo tres ejes de simetría binaria que representan a los tres cuaternarios del octaedro; naturalmente, los seis binarios

y cuatro ternarios desaparecen, porque no es posible su existencia al perder la mitad del valor.

Las formas hemiédricas pueden tener las caras paralelas u oblicuas; cuando las caras son paralelas, las formas se denominan *parahemiédricas* y proceden de holoedros centrados. Si las formas hemiédricas tienen caras oblicuas—lo que es una excepción a la primer ley cristalográfica—se llaman *antihemiédricas* y se las supone derivadas de poliedros descentrados.

Se conocen varias clases de hemiedrias, siendo las más importantes las antimorfas, paramorfas y enantiomorfas.

Los hemiedros *antimorfos* se diferencian por tener las caras oblicuas; las dos formas que necesariamenta producen los holoedros son superponibles, y se diferencian por la orientación. Los *paramorfos* son también superponibles; pero se diferencian fácilmente por tener las caras paralelas. Por último, los *enantiomorfos* no son superponibles; los elementos iguales están desigualmente orientados, de modo que no pueden superponerse por ninguna rotación. Ahora bien: los enantiomorfos se comportan como un objeto con respecto a su imagen; es decir, que los dos se corresponden simétricamente al ser colocados a los dos lados de un plano. La hemiedria que produce estas formas se denomina *plagiedrica*.

Tetartoedria y Ogdoedria.—Hay formas poliédricas en las que la reducción de elementos es más profunda; formas que pueden suponerse derivadas de las holoédricas cuando a éstas se las deja reducidas a la cuarta parte de caras. Esta meriedria se llama tetartoedria, y los poliedros resultantes *tetartoedros*. Viene a ser la tetartoedria una hemiedria de las formas hemiédricas.

En teoría—porque no se conocen casos prácticos—se concibe la *ogdoedria* o reducción a la octava parte de caras de las formas holoédricas.

Hemimorfia.—Se denominan cristales *hemimorfos*—el fenómeno es la hemimorfia—los que terminan de modo distinto en extremos opuestos. La hemimortia es un fenómeno regular, pudiendo presentarse en aquellos cristales que poseen un eje de orden superior, como en los exagonales, tetragonales, monoclínicos y hasta en el rómbico, pues aunque en los cristales de este último sistema los tres ejes de simetría son binarios, no son equivalentes.

Racionalidad de los Indices.—Para estudiar los cristales hay que determinar la posición que ocupan sus caras en el espacio; esto se consigue refiriéndolas a unas líneas de coordenadas, llamadas *ejes cristalográficos*, que se cruzan en un

punto interior del cristal, denominado origen de coordenadas.

Los ejes cristalográficos coinciden siempre con ejes de simetría cuando éstos existen. En los cristales se consideran tres ejes cristalográficos, menos en los correspondientes al sistema exagonal, que son cuatro; los planos que determinan los ejes se llaman *planos cristalográficos*, que pueden ser *diametrales* o *diagonales*, según que coincidan o no con los planos de simetría.

En los cristales exagonales, los cuatro planos cristalográficos, cruzándose, dividen el interior en doce espacios *(dodecantes)*, mientras que en los demás cristales, como sólo existen tres planos, lo dividirán en ocho espacios *(octantes)*.

Los tres ejes cristalográficos se distinguen con las letras *a*, *b*, *c* o *X*, *Y*, *Z*, respectivamente. Los cristales se orientan de manera que el eje *a* sea anteroposterior, el *b* va de derecha a izquierda, transversal, y el *c* de arriba abajo, vertical.

La posición y número de los ejes cristalográficos proporciona un carácter hermoso para la diferenciación de los sistemas cristalinos.

Parámetro y tipos de caras.—Sean los ejes cristalográficos *a* . *a* *(XX')*, *b* . *b* *(YY')* y *c* . *c* *(ZZ')*, según indica la figura 4; cruzados en el punto *O* que es el llamado *origen ae coordenadas*. El ángulo *XOZ* se nombra con la letra griega β, el *XOY* con la letra γ, y con α el ángulo *YOZ*.

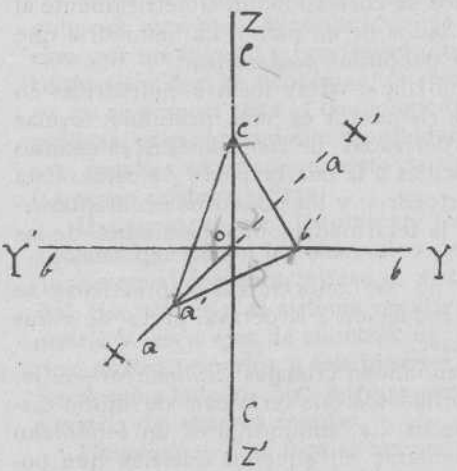


Fig. 4

Sobre los ejes se ve colocada una cara *a' b' c'* que corta a los tres en los puntos *a'*, *b'*, *c'*, de modo que la cara intercepta tres trozos de ejes: *oa'*, *ob'* y *oc'*. *Parámetro* es una constante arbitraria; es una cantidad variable, pero fija para cada caso particular, y se refiere a los trozos de ejes interceptados por las caras. En la figura antes indicada, el parámetro *a* del trozo *oa'*, el *b* del *ob'* y el *c* del *oc'* fijan la posición de la cara, y esa posición será siempre la misma para igual forma, porque la relación *a* : *b* : *c* no varía si se multi-

plica o divide por la misma cantidad. La cara *a' b' c'* podrá ser más grande o más pequeña, estar más lejos o más cerca del centro del cristal; pero la posición no varía en caso concreto—como fácilmente puede concebirse—porque se mueve paralelamente a sí misma.

Los parámetros pueden ser *positivos* y *negativos, definidos* e *infinitos;* son positivos los correspondientes a los trozos de ejes *OX, OY, OZ,* y negativos los correspondientes a las porciones de ejes *OX', OY', OZ'*. Son definidos cuando la cara corta al eje, e infinitos los correspondientes al eje o ejes paralelos a las caras; por ejemplo, la cara *PB* (fig. 5) corta al eje *a* en *a'*, y al *b* en *b'*; estos dos parámetros *a* y *b* son definidos, pero la cara es paralela al eje *c;* luego el parámetro *c* es infinito o no definido.

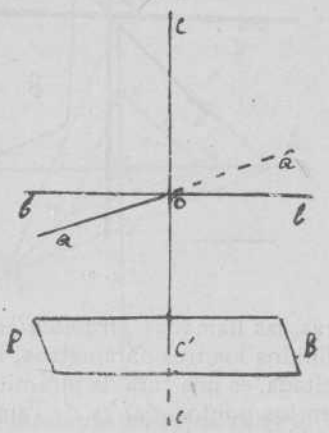


Fig. 5

Se llama *símbolo de una cara* a la relación de los parámetros, y se indica con la expresión *a : b : c. Indice paramétrico* es el valor de los parámetros, o longitud de los trozos de ejes interceptados por la cara a partir del centro u origen de coordenadas. *Relación áxica* es la expresión paramétrica que se toma por base para estudiar el cristal; para ello se elige una cara de pirámide, haciendo el parámetro $b = 1$; las constantes cristalográficas se establecen con aquélla y los valores de los ángulos (β, γ, α); la relación áxica se expresa por *RA*.

Atendiendo a la relación paramétrica, las caras se dividen en tres tipos: *pinacoidales*, *prismáticas* y *piramidales*.

Son caras *pinacoidales* o *terminales*, las que tienen un parámetro definido y dos infinitos; es decir, que cortan a un eje, y son paralelas a los otros dos. La cara *PB* (fig. 5) corta al eje *c* y es paralela a los otros ejes *a* y *b*. Cuando el parámetro definido de la cara pinacoidal es el correspondiente al eje *c* —y así aparece en la figura anteriormente mencionada— entonces la cara recibe el nombre de *base* o *pinacoide básico*.

Son caras *prismáticas* las que tienen dos parámetros definidos y uno infinito. La cara *PB* de la figura 6, ya citada, corta a los ejes *a* y *b* en los puntos *a'* y *b'*, y es paralela al eje *c*, siendo, por lo tanto, una cara prismática. Hay caras que tie-

nen forma de prismática, y, sin embargo, son pinacoidales, porque sólo tienen un parámetro definido: esas caras se llaman *deutoprismáticas*. Las caras que pueden considerarse genuinamente prismáticas, tienen siempre infinito el parámetro correspondiente al eje *c*. Hay caras de prisma que cortan al eje *c*, siendo, por consecuencia, definido el parámetro correspondiente a este eje, e infinito el parámetro *a* o *b;* estas caras se llaman *domáticas* por tener posiciones que recuerdan las dos vertientes del tejado de ciertas casas.

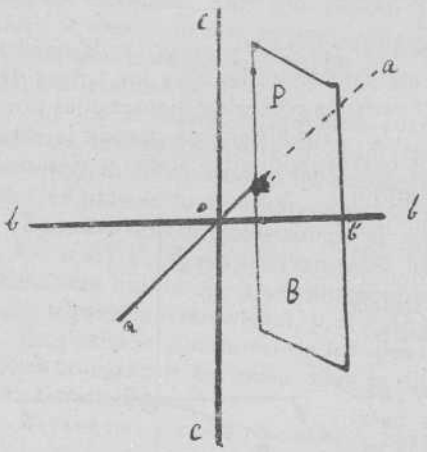


Fig. 6

Finalmente, hay un tercer tipo de caras, las llamadas *piramidales*, y se caracterizan por tener definidos los tres parámetros. La cara *a' b' c'* de la figura 4, ya citada, es una cara de pirámide, porque corta a los ejes *a*, *b* y *c* en los puntos *a'*, *b'* y *c'*. También se conocen caras *deutopiramidales;* es decir, caras de notación prismática, y forma de pirámide; ejemplo de ello son las correspondientes a la deutopirámide tetragonal o pirámide inversa, que puede referirse a los domos.

Ley de la racionalidad de los índices.—Llamada también ley de los parámetros. Se enuncia de la siguiente manera: *Las caras existentes o posibles en un cristal, tienen una relación parametrica en la que los valores de los índices son números racionales.*

Por el simple enunciado de la ley se deduce que el número de caras, para un mineral, ha de estar muy limitado. Pero la limitación es aún mayor por la razón de que el valor de los índices está representado por números enteros.

Cuando nos ocupábamos de la cristalización decíamos que los cristales resultaban de la unión de corpúsculos iguales (moléculas cristalinas), y equidistantes en la misma dirección del cristal. Luego, la distancia que separa las moléculas, es la misma según la dirección de los ejes *a . b . c .;* si se representa por *m*, la distancia que separa las moléculas en la dirección

del eje *a*, por *n* la distancia entre las moléculas que siguen la dirección del eje *b*, y por *p* la del eje *c*, tendremos que la relación que guardan entre sí, estará expresada por esta igualdad: $a\,m : b\,n : c\,p = a\,m : b\,n : c\,p$. De modo que la ley de racionalidad de los índices es una lógica consecuencia de este principio fundamental de la cristalización: *las moleculas, al distribuirse para formar los cristales, se disponen con regularidad, siendo equidistantes las colocadas en la misma dirección.* Consecuencia inmediata: si la Naturaleza al formar los cristales procede con moléculas enteras, y no con fracciones de moléculas, los índices paramétricos de las caras de esos cristales, estarán representados por números enteros.

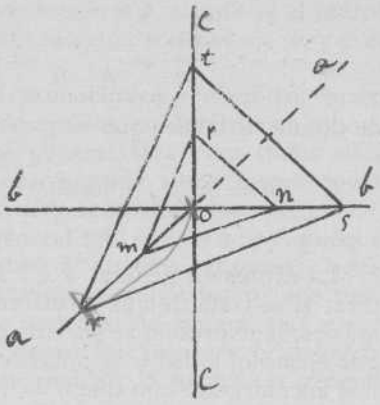


Fig. 7

La hipótesis de los decrecimientos descubierta por Haüy, también puede servir para explicar la ley de racionalidad, pero no debe admitirse, porque supone que los cristales están formados por partículas iguales regularmente dispuestas, y *unidas íntimamente de modo que no dejan entre si espacio alguno*, y esto se halla en contraposición con las teorías que explican los fenómenos físicos (luz, calor, electricidad), que, como es sabido, son diversos modos de vibración molecular. Y, naturalmente, si las moléculas están unidas como dice Haüy, no es posible la vibración molecular.

Notaciones cristalográficas.—Notar un cristal, es hallar la relación paramétrica de sus caras.

Varios son los métodos ideados para notar los cristales; nosotros indicaremos los de Miller y Weiss, por ser los más interesantes.

Notación de Miller.—Aun cuando conocida con ese nombre, fué ideada por Grassmann y Whewel; es la notación más científica, la que sigue la mayoría de los mineralogistas modernos, y la que usaremos nosotros en el curso de esta obra.

Para evitar confusiones, téngase presente que en la notación de Miller el *parámetro unidad es la distancia mayor*, de modo que los demás parámetros son submúltiplos de la unidad. La forma fundamental circunscribe a las que de ella se derivan. Además, en esta notación no se expresan los ejes,

y sí solamente los índices $h \cdot k \cdot l$ de los parámetros correspondientes a los ejes a, b, c, o sean, respectivamente, el anteroposterior, transversal y vertical.

En la figura 7 tenemos dos caras de pirámides, una fundamental, la $r\ s\ t$, cuyos parámetros son $o\ r$, $o\ s$, $o\ t$, y la otra la $m\ n\ p$, cuyos parámetros $o\ m$, $o\ n$, $o\ p$, hay que determinar. No olvidemos que los parámetros de la forma fundamental valen 1, y que los índices de los parámetros que se determinan son h, k, l. Tendremos, pues, la siguiente igualdad:

$$\frac{om}{or} = \frac{1}{h}; \quad \frac{on}{os} = \frac{1}{k}; \quad \frac{op}{ot} = \frac{1}{l}.$$

de donde se deduce que

$$om = or \times \frac{1}{h}; \quad on = os \times \frac{1}{k}; \quad op = ot \times \frac{1}{l}.$$

La expresión general $h\ k\ l$ significa la notación de una cara; si se trata de una forma en la que todas las caras son iguales, la expresión se encierra dentro de un paréntesis *(hkl)*. Por ejemplo, al hacer la notación de la cara de un octaedro, nos encontramos con que $h = 1$, $k = 1$, $l = 1$, luego la notación de la cara será 111; pero todas las caras del octaedro son iguales, luego la notación general de la forma será (111). Sin embargo, cuando se indica la forma, la notación puede ir sin paréntesis, y es lo general en los libros de cristalografía.

Los parámetros infinitos se señalan con ∞; así, una cara del cubo, por ejemplo, la anterior, tiene definido el parámetro correspondiente al eje a, e infinitos los otros dos; de modo que $h = 1$; $k = 0$; $l = 0$, de donde $h\ 00 = 100$.

Las formas hemiédricas se notan encerrando en un paréntesis la notación del holoedro de que proceden, anteponiendo la letra griega χ, π ó τ según se trata de hemiedrias antimorfas, paramorfas o enantiomorfas. Así, por ejemplo, el *tetraedro* χ (111) es una forma hemiédrica, antimorfa, procedente del octaedro 111; el *piroteodro* π (210) una hemiedria paramorfa del tetraquisexaedro 210; y el *icositetraedro pentagonal* τ (321) una hemiedria plagiédrica o enantiomorfa del exaquisoctaedro 321.

Las formas tetartoédricas se notan encerrado en un paréntesis la notación del holoedro originario, y anteponiéndola las letras griegas significativas de las dos hemiedrias que aplicadas simultáneamente sobre el holoedro produce el te-

tartoedro. Por ejemplo, los *dodecaedros pentagonales tetraédricos* $\chi\pi$ (321) son tetartoedros procedentes del exaquisoctaedro 321, donde se aplicaron las dos hemiedrias antimorfa y paramorfa.

Notación de Weiss.—Es sencilla si se compara con la de Miller; pero es indudablemente de menor importancia científica; por eso la notación de Weiss es poco seguida.

En esta notación, el *parámetro unidad es la distancia menor;* de manera que los parámetros son múltiplos de la unidad. La forma fundamental se considera inscrita en las demás. Los índices paramétricos son $m\ n\ p$, siendo m el índice del parámetro correspondiente al eje a, n el del eje b, y p el correspondiente al eje c.

En los sistemas triclínico, monoclínico y rómbico, como los ejes cristalográficos son desiguales, se denominan con las letras $a\ b\ c$, y la expresión general será para todos ellos $a\,m : b\,n : c\,p$; es decir, que corresponde a una forma cuyas caras cortan a los tres ejes a distancias distintas; en el sistema tetragonal la expresión general será $a\,m : a\,n : c\,p$, porque los ejes a y b son equivalentes; el sistema exagonal tiene cuatro cristalográficos, tres horizontales iguales y otro desigual que es el vertical; luego la expresión general será $a\,m : : a\,n : a\,q : c\,p$. Y, finalmente, como los tres ejes cristalográficos son iguales en el sistema regular, la expresión general será $a\,m : a\,n : a\,p$.

Los parámetros infinitos se indican con el signo ∞. Las notaciones encerradas dentro de un paréntesis significan, como en la notación de Miller, que se refiere a toda la forma. Las meriedrias se expresan encerrando en un paréntesis las notaciones de los holoedros de que proceden y anteponiéndola $^1/_2$ si es hemiedria, y $^1/_4$ si es tetartoedria.

Sea la expresión general $a\,m : a\,n : a\,p$, que, según hemos dicho, representa la del sistema regular.

Si $m = 1$, $n = \infty$, $p = \infty$, la notación de esa cara será $a : \infty\, a : \infty\, a$; supongamos que $m = 1$, $n = 1$, $p = \infty$, tendremos la notación $a : a : \infty\, a$; si $m = 1$, $n = 1$, $p = 1$, la notación será $a : a : a$. Si $m = 2$, $n = 1$, $p = \infty$, la notación será $2\ a : a : \infty\, a$, lo cual quiere decir que esta cara corta al eje a o anteroposterior a una distancia doble que al eje b (transversal), y es infinito el parámetro correspondiente al eje c; el parámetro del eje b es, en este caso, el parámetro unidad, el más corto, el igual al índice n de la cara fundamental.

Proyecciones cristalográficas.—Se refieren a la representación gráfica de los cristales.

El estudio de los cristales debe hacerse siempre que se pueda, teniendo a la vista buenos modelos de madera, en los que, naturalmente, están subsanadas todas las deformaciones que tan frecuentes y variadas son en los ejemplares naturales. Ahora bien: para representarlos en los libros, y que sean eficaz auxiliar de las descripciones, hace falta dibujarlos, proyectarlos sobre el plano del papel, de manera que por lo menos se descubra la característica esencial de ellos.

Muchos son los procedimientos ideados para la representación de los cristales, siendo los más usuales los llamados *perspectiva caballera, lineal* y *esférica.* El primer procedimiento o *perspectiva caballera,* llamado también *isométrico,* da buena idea de la forma externa; pero no revela la relación que guardan entre sí las caras; consiste en dibujar la forma poliédrica de manera que una cara sea paralela al plano donde está proyectado el cristal. Este es el procedimiento generalmente usado.

La *proyección lineal* se ejecuta representando las caras con líneas rectas, y se verifica tomando por plano de proyección una cara posible o existente en el cristal que sea paralela al plano normal al eje principal o, en general, al eje *c* o de las *ZZ.* Así dispuesto el cristal, se imagina qué las caras se mueven paralelas a sí mismas hasta llegar a cortarse en un solo punto; naturalmente, las caras quedarán representadas por las rectas que se originan al interceder aquéllas con el plano de proyección, y el punto de intersección de las caras estará a una distancia dependiente de la longitud del eje *c.* Resulta, pues, que las caras paralelas entre sí se confunden en una recta, y las caras paralelas al plano del dibujo no aparecen en la proyección.

Sea, por ejemplo, la combinación del cubo con el octaedro; al proyectar esta forma, según la cara del cubo, resultará que el cubo está representado por dos líneas rectas iguales y cruzadas en ángulo recto; el octaedro queda representado por cuatro rectas que forman el cuadrado.

Se conocen varios procedimientos de *proyección esférica,* siendo la más importante la llamada *estereográfica.* Para ejecutarla se supone el cristal incluído en una esfera de tal manera, que el centro de ésta esté confundido con el del cristal; hechos concéntricos los dos sólidos, se trazan desde el centro rectas normales a las caras del cristal, cuyas rectas se prolongan hasta encontrar la superficie de la esfera; los puntos de intersección de las rectas con la esfera representan las caras del cristal. En la proyección estereográfica se considera plano de proyección un círculo máximo, proyectándose sólo un hemis-

ferio. El punto de vista y el centro del dibujo se encuentran en los extremos del diámetro vertical al plano de proyección.

Zonas cristalográficas.—Se conoce con el nombre de *zona cristalográfica* el conjunto de caras paralelas a una dirección determinada; esa dirección se llama *eje de zona*, y pasa por el origen de coordenadas. El *plano de zona* es normal al eje de zona, al que corta en el origen de coordenadas.

Las caras *tautozonales*, o sean las que forman parte de la zona, constituyen entre sí —las contiguas—ángulos que pueden ser iguales o desiguales; en el primer caso, la zona se llama *isógona;* en el segundo, *heterógona*. Las zonas *primarias* —que se descubren por simple observación —están formadas por las caras de parámetros más sencillos.

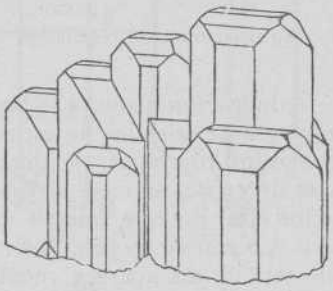


Fig. 8

Siendo el eje de zona paralelo a las caras tautozonales, lo será a su vez a las aristas resultantes de la intersección de aquéllas; de modo que conociendo dos caras no paralelas, la zona queda determinada. Además, conociendo dos zonas independientes, fácilmente se determinan todas las caras posibles del cristal; esto reconoce por fundamento el principio que dice: *dos aristas combinadas engendran siempre una cara posible.*

Sean *a* . *b* dos caras que definen una zona, y *c* . *d* otras dos caras que definen la segunda zona; si se combina el eje de la zona *a* . *b* con el eje de la zona *c* . *d*, estos dos ejes producirán, en virtud del principio enunciado, una cara, a la que denominaremos *e;* si se combina la cara *a* con la *c* y la *b* con la *d*, se obtienen dos nuevos ejes, los cuales determinan una cara, a la que llamaremos *f*, y así sucesivamente iríamos obteniendo nuevas caras, todas posibles o existentes, en los cristales. Esta relación fué enunciada por Weiss, diciendo: *En toda serie cristalográfica un término cualquiera está determinado par las zonas que forman entre si los términos precedentes.*

Agrupaciones de los cristales.—Difícilmente aparecen aislados los cristales en la Naturaleza: es lo general se presenten agrupados, constituyendo complejos cristalinos, obedeciendo, unas veces, a cierta regularidad, y otras,

sin que en el agregado puedan descubrirse leyes determinadas.

1.° Agrupaciones regulares	de minerales distintos		*Agrupación regular.*
	del mismo mineral	con todos los elementos paralelos	*Agrupaciones paralelas.*
		sin todos los elementos paralelos	*Maclas.*
		produciendo simetría de orden superior	*Cristales miméticos.*

2.° Agrupaciones no regulares.

Agrupación regular.—Se comprenden las asociaciones regulares de cristales de especies distintas. Hay cristales de *esperquisa*, rómbicos, recubiertos de pequeños cristales regulares de *pirita*, en cuya asociación se descubre el paralelismo de los ejes. En este mismo caso se encuentra la asociación de la *tetraedrita* (regular) con la *calcopirita* (tetragonal), en la que esta última aparece recubriendo a la primera. La *ortosa* de Babeno suele asociarse con la *albita* de manera que aparecen paralelos el ortopinacoide 100 de aquélla con el macropinacoide 100 de ésta, conservando, además, el paralelismo todas las aristas paralelas al eje vertical.

Agrupaciones paralelas.—Se denominan así las asociaciones regulares de cristales del mismo mineral, en los que las caras y aristas de la misma especie son paralelas entre sí. La regularidad llega a veces hasta el extremo de reproducir la forma de los cristales que integran el complejo; buen ejemplo de ello nos lo ofrece el *cuarzo*. La figura 8 representa una agrupación paralela de *baritina*.

Maclas.—De las asociaciones regulares, las más importantes y mejor estudiadas son las conocidas con el nombre de maclas. Se denominan así las agrupaciones regulares de cristales de la misma especie, que tienen entre sí solamente algunos elementos iguales no paralelos.

La existencia de ángulos entrantes es buen carácter para diferenciar gran número de maclas; pero téngase presente que hay maclas en las que no aparece ese carácter.

El número de cristales que se reúnen para formar maclas es diverso; en muchos casos son dos, y se llaman *bisintéticas;* cuando la macla está formada por tres cristales, *trisinteticas;* si de cuatro, *cuadrisintéticas*, etc., y, en general, *polisintéticas* o *poligeminadas*.

El cristalógrafo Romé de Lisle explicaba la formación de

las maclas partiendo del supuesto que medio cristal giraba sobre la otra mitad, según un eje que se llama *eje de macla* (figura 9). El plano normal al eje se llama *plano de macla.*

Según el giro de los cristales, así se denominaban las maclas con los nombres de *hemitropias* y *transposiciones*, según que girasen 180° ó 60°; los cristales cruzados en ángulo recto, eran las *maclas propiamente dichas.*

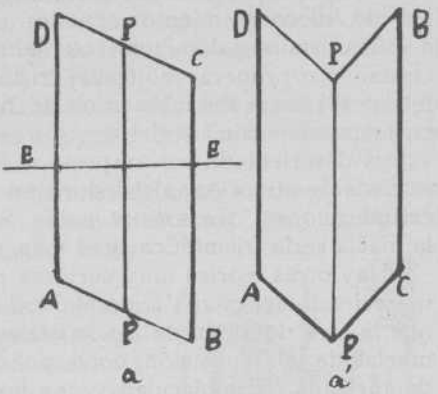


Fig. 9

Sansoni las divide en maclas de *intrusión*, *compenetración* y *yuxtaposición.* Las de intrusión sólo pueden diferenciarse por medios físicos, y después de atento examen, pues los individuos quedan entrelazados de tal manera, que al exterior aparecen cual si fuera un solo cristal.

Las maclas por compenetración se diferencian fácilmente, porque los individuos aparecen atravesados, o, mejor dicho, compenetrados los unos con los otros, pero conservando los límites bien distintos. Y, por último, las maclas por yuxtaposición se distinguen porque los individuos están solamente yuxtapuestos, pegados, según un plano.

Hemos dicho anteriormente que es fácil observar maclas formadas con más de dos individuos (polisintéticas); en éstas puede ocurrir que los individuos aparezcan dispuestos alrededor de un centro *(maclas centradas)* o en serie lineal *(maclas en ziszás).* En las primeras, la cara de gemelismo o unión no es la misma para los cristales contiguos, mientras que en las de ziszás es la misma, resultando en este último caso que los cristales alternos son paralelos, y, por lo tanto, alternan también los ángulos entrantes y salientes. El crisoberilo muestra una macla centrada. La figura 10 es la macla de la *cristianita.*

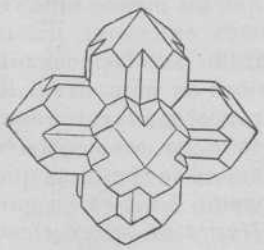


Fig. 10

La explicación de las maclas, suponiendo que dos cristales estaban en posición paralela y que uno de ellos giró alre-

BIBLIOTECA
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

dedor del eje de macla cierto número de grados, o bien suponiendo, según Romé de Lisle, que un cristal se dividió en dos partes iguales, y que una mitad giró sobre la otra según el eje de macla, son explicaciones geométricas para casos generales, pero que nada dicen de origen ni están en consonancia con los conocimientos actuales.

Al cristalizar el mineral comienza por fijarse el núcleo cristalino o primera molécula cristalina; al lado de ésta se fija otra; pero si los momentos de fijación y orientación no corresponden con los de la primera molécula, naturalmente estará desorientada con respecto a la otra, y resultarán dos núcleos de atracción, alrededor de los cuales se formarán dos cristales constitutivos de la *macla*. Si los núcleos fueran tres, la macla sería trisintética, y si más, polisintética.

Hay otras teorías muy curiosas para explicar las maclas, mereciendo ser citada la de Mallard; dice este cristalógrafo que la cara de unión de los cristales (él considera sólo las maclas de yuxtaposición) corresponden siempre a un plano de apretada red molecular, y que los sistemas reticulares de los cristales gemelos son simétricos con respecto al plano de macla. De estos hechos confirmados, deduce Mallard su teoría que, aun cuando de gran interés científico, no explanamos por salir fuera de los límites de este libro.

Cristales miméticos.—Es muy interesante la tendencia que tienen muchos cristales de asociarse entre sí, produciendo formas de *simetría superior* a la que presentan aisladamente los individuos constitutivos; parece como si estas uniones representasen consorcios de individuos que se reunieron para resistir mejor la lucha por la existencia; y esto es así, porque es principio demostrado que los cuerpos de mayor simetría resisten mucho mejor que los menos simétricos la acción destructora de los agentes exteriores. Estas agrupaciones se conocen con el nombre de asociaciones miméticas o *cristales miméticos*. Caso curioso de mimetismo lo presenta la *boracita*, cuyos cristales son aparentemente regulares de hemiedria tetraédrica, y, sin embargo, esos cristales están formados por la agrupación de laminillas rómbicas que en número de doce se reunieron, formando sus ejes—según Mallard—ángulos próximos a 90°. La *leucita* es otro curioso caso de mimetismo; sus cristales parecen icositetraedros regulares, y son realmente complejos cristalinos, hasta hoy no muy bien estudiados, pues mientras von Rath los considera tetragonales, Mallard supone están formados por laminillas monoclínicas, o rómbicas, según Klein.

La *microclina*, de apariencia monoclínica, está formada

por individuos triclínicos maclados según 010. La *pennina*, de forma romboédrica, está formada por tres láminas monoclínicas macladas.

Con el descubrimiento de los cristales miméticos se han explicado algunas anomalías contrarias a principios cristalográficos fundamentales, entre los cuales descuella el de la constancia del valor de los diedros, pues algunos cristales miméticos hacen excepción al principio.

AGRUPACIONES NO REGULARES.—Muchas veces los cristales se agrupan sin obedecer a leyes determinadas; éstas son las *agrupaciones irregulares*.

Se llama *drusa* las reuniones de cristales implantados alrededor de un núcleo, generalmente arcilloso: ejemplo de ello lo presenta el cuarzo hematoideo.

Cuando los cristales tapizan una cavidad, el agregado irregular se llama *geoda;* geodas de cristal de roca, cuarzo amatista y calcita romboédrica, son frecuentes.

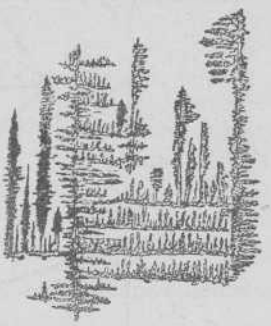


Fig. 11

Otras veces los cristales—que suelen ser microscópicos—se reunen de tal manera, que dan al conjunto forma de musgo o rama de árbol, y son las llamadas *dendritas* (figura 11). Dendritas de acerdesa y pirolusita son muy frecuentes sobre la caliza y baritina de los filones metalíferos; la dendrita de argirosa desarrollada según cara del exaedro regular es muy curiosa.

SISTEMAS CRISTALINOS

Aun cuando los cristales son muy diversos, y grandes las diferencias morfológicas que los separan, pueden reunirse en pocos grupos atendiendo a la simetría. La reunión de holoedros de igual simetría y los meriedros que de aquéllos se derivan, es lo que se llama *sistema cristalino.*

Los sistemas cristalinos son seis: 1.°, triclínico; 2.°, monoclínico; 3.°, rómbico; 4.°, tetragonal; 5.°, exagonal, y 6.°, regular.

Hay cristalógrafos que suprimen los dos primeros, y sus formas las estudian en el rómbico. En cambio, otros autores —los franceses—consideran siete sistemas: los seis indicados

y el *romboedrico*. Sin embargo, el romboédrico lo estudian los cristalógrafos en el exagonal, y éste es criterio que seguimos ya que son hemiedrias de éste.

Sistema Triclínico

Anórtico.—Asimétrico.—Clinoédrico.—Prismático oblicuo de base paralelográmica oblicuángula.

Caracteres.—Tres ejes cristalográficos oblicuos y desiguales. Sin ejes ni planos de simetría. Birrefringentes biáxicos. No se distingue otra igualdad que los pares de caras paralelas.

Las caras, y, por lo tanto, las formas, se refieren a los tres ejes cristalográficos *a . b . c* (fig. 12). Para elegirlos se toman tres pinacoides que por su intersección produzcan ángulos que se aproximen lo más posible al recto.

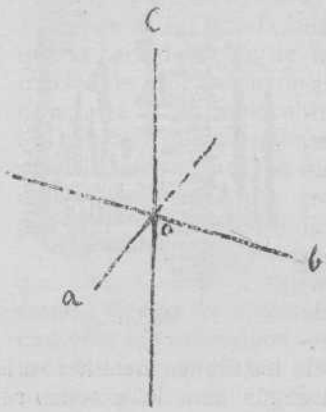


Fig. 12

El eje *c* es vertical; el *b* transversal, y el eje *a* anteroposterior. Hay que considerar tres ángulos: el obtuso *c o b* (α), el *c o a* (β) y el *a o b* (γ).

La relación paramétrica *a . b . c*, se establece considerando *b* = 1. El cristal se orienta de modo que el eje mayor *b* sea el transversal, o sea que el ángulo *c o a* (β) resulte mayor de 90°.

El eje *a* se denomina *braquieje*, el *b macroeje* y el *c* eje vertical. Tal es la orientación y denominación aceptada por la mayoría de los cristalógrafos.

Como, en el sistema que estudiamos, las formas simples están constituídas por dos caras paralelas, no pueden existir meriedrias; tampoco son posibles las hemimórficas por la carencia de ejes y planos de simetría.

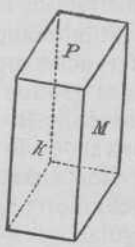


Fig. 13

Formas pinacoidales.—Las formas pinacoidales triclínicas son tres (fig. 13): 1.ª, toda cara terminal extendida sobre el macroeje de modo que le es paralelo, y por lo mismo corta al braquieje, recibe el nombre de *macropinacoide* 100; 2.ª, la cara terminal extendida o desarrollada so-

bre el braquieje y que corta al macroeje, se denomina *braquipinacoide* 010; 3.ª, la cara terminal paralela al braquieje y macroeje y que corta al eje vertical, recibe el nombre de *pinacoide básico* 001.

Formas prismáticas. Las formas triclínicas de notación prismática pueden dividirse en dos grupos: 1.°, *prismas,* en los que las caras son siempre paralelas al eje vertical, resultando constantemente infinito el tercer parámetro; 2.°, *domos,* o sean aquellas caras de notación prismática que tienen

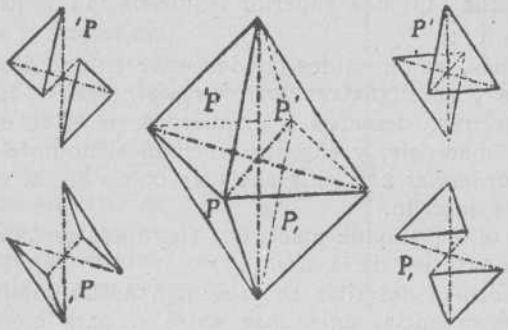


Fig. 14

siempre definido el tercer parámetro, el correspondiente al eje vertical *(c)*.

Prismas.—Parámetros *a* y *b* definidos; parámetro *c* infinito. No olvidando que la igualdad en el sistema triclínico se refiere sólo al paralelismo de las caras, se comprenderá fácilmente que de las cuatro caras verticales que cierran el prisma, dos son de distinta especie que las otras dos y se desdoblarán en dos *hemiprismas,* cada uno de dos caras: *hemiprisma derecho* 110 y *hemiprisma izquierdo* $1\bar{1}0$.

Ahora bien: las caras pueden extenderse sobre el braquieje y son *braquiprismas* 120 o estar extendidos sobre el macroeje y son los *macroprismas* 210, diferenciados en *hemibraquiprismas* y *hemimacroprismas* derechos e izquierdos.

Domos.—Parámetro *c* definido; de los parámetros correspondientes a los ejes *a* o *b* uno es siempre definido, el otro infinito.

Cuando la cara domática es paralela al braquieje, resulta el *braquidomo* 011; si la cara domática es paralela al macroeje, es el *macrodomo* 101. El braquidomo se divide en derecho e izquierdo, y el macrodomo en anterior y posterior. Esta división se comprenderá fácilmente, fijándose en la figura que representa los ejes cristalográficos.

Formas piramidales.—Para hacerse cargo de la disposición de las pirámides triclínicas, no hay que olvidar que sólo son iguales las caras opuestas (fig. 14).

Entre ellas hay una forma piramidal cerrada por ocho caras de triángulos escalenos, iguales dos a dos y paralelas, que son de la misma especie; estas caras cortan a los tres ejes. Esta pirámide total de ocho caras está formada por cuatro grupos de dos caras, que reciben el nombre de *tetartopirámides:* una tetartopirámide superior derecha 111 y otra inferior derecha $1\bar{1}1$, una superior izquierda $11\bar{1}$ y otra inferior izquierda $1\bar{1}\bar{1}$.

Además, las pirámides pueden estar extendidas sobre el braquieje y resultan las *tetartobraquipirámides* 122 superiores, inferiores, derechas e izquierdas, o estar extendidas sobre el macroeje, y entonces reciben el nombre de *tetartomacropirámides* 212, diferenciadas como en el caso anteriormente descrito.

Maclas.—Plano de macla 001 (ley de la *periclina*). Plano de macla 010 (ley de la *albita*).

Las formas descritas se presentan en las combinaciones con independencia, uniéndose entre sí para constituir los complejos cristalográficos.

RESUMEN

Pinacoide básico.....	001	Braquiprismas.....	120
Macropinacoide.....	100	Macrodomos.....	101
Braquipinacoide.....	010	Braquidomos.....	011
Hemiprisma derecho.....	110	Tetartopirámides.....	111
Hemiprisma izquierdo.....	$1\bar{1}0$	Tetartobraquipirámides....	122
Macroprismas.....	210	Tetartomacropirámides....	212

Pocos son los minerales correspondientes al sistema triclínico, siendo en este concepto de los más pobres de los seis aceptados. Pueden citarse la axinita, clinoclasas, calcantita, distena, ácido bórico, etc.

Sistema Monoclínico

Monosimétrico.—Clinorrómbico.—Unioblicuo.—Prismático oblicuo de base rectangular o romboidal.

Caracteres.—Tres ejes cristalográficos desiguales, dos normales y otro oblicuo. Un plano y eje de simetría binaria. Birrefringentes biáxicos.

Los tres ejes cristalográficos *a b c* (fig. 15) se determinan lo mismo que en el sistema triclínico, haciendo uso de los tres pinacoides. El eje inclinado, el oblicuo, es el eje *a* y recibe el nombre de *clinoeje;* el eje *b* es transversal y se denomina *ortoeje*. El eje vertical *c* se cruza formando ángulo recto con el ortoeje; el plano determinado por los ejes *a* y *c* se llama *sección principal del clinoeje*, que es el *plano de simetría;* el plano que determinan los ejes *b* y *c* es el denominado *sección principal del ortoeje;* y como el eje de simetría es normal al plano de simetría, resulta que la ortodiagonal u ortoeje es a su vez *eje de simetría.*

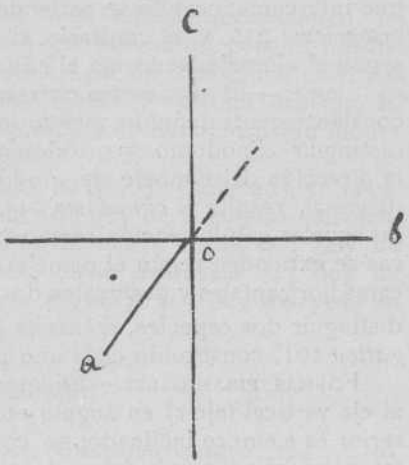


Fig. 15

Para estudiar los cristales monoclínicos se orientan de modo que el eje inclinado sea el *a* o anteroposterior, y de esta manera el ángulo *a o c* (β) es el obtuso. En la relación *a* : *b* : *c* el parámetro *b* = 1.

Formas pinacoidales.—Existen, como en el sistema anterior, tres especies de caras pinacoidales. La cara que corta el eje vertical y por lo mismo es paralela al ortoeje y clinoeje, es el *pinacoide básico* 001; esta cara, lo mismo que los demás pinacoides en todos los sistemas, tiene su paralela que disfruta de igual carácter y notación. Toda cara paralela al ortoeje y por lo mismo a la sección principal ortodiagonal que corta el clinoeje y es paralela al eje vertical recibe el nombre de *ortopinacoide* 100. Por último, recibe el nombre de *clinopinacoide* 010 la cara terminal que siendo paralela al clinoeje y, por lo tanto, a la sección principal clinodiagonal, es cortada por el ortoeje y no por el eje vertical.

Formas prismáticas.—Se admite, como en el anterior sistema, formas de prismas y domos, según que el parámetro correspondiente al eje vertical ser infinito o definido, respectivamente.

Prismas.—Estas formas constan de cuatro caras verticales y aristas de dos especies. Las caras que cortan a los ejes *a* y *b* corresponden a un prisma vertical rectangular que se puede

hacer derivar de una protopirámide por crecimiento de las aristas ecuatoriales; si $a = b$ o poco diferentes resulta la forma protoprismática o *protoprisma* 110. Pero puede ocurrir que el prisma se desarrolle según uno de los dos ejes que intercepta: cuando se extiende según el ortoeje, resulta el *ortoprisma* 210, y, al contrario, si el prisma está desarrollado según el clinoeje, se forma el *clinoprisma* 120.

Domos.—El parámetro correspondiente al eje vertical es constantemente definido, siendo infinito el *a* o el *b*. Hay que distinguir clinodomo y ortodomos: cuando las caras siguen la dirección del clinoeje de modo que son paralelas a esta diagonal, resulta el *clinodomo* 011 constituído por cuatro caras iguales con la sección recta rómbica. Si las caras domáticas se extienden según el ortoeje, se forman los *ortodomos* de caras horizontales y desiguales dos a dos, por lo cual hay que distinguir dos especies, *ortodomo positivo* $10\bar{1}$ y *ortodomo negativo* $10\bar{1}$, constituído cada uno por un par de caras.

Formas piramidales.—Fijémonos en que el ortoeje corta al eje vertical (eje *c*) en ángulo recto y que el eje anteroposterior es siempre inclinado; se comprenderá fácilmente que las ocho caras piramidales, desarrolladas sobre los ejes cristalográficos, no pueden ser iguales, sino que aparecerán intercalados dos grupos de cuatro caras; la totalidad es una forma piramidal cerrada descomponible en dos *hemipirámides* que en los cristales pueden presentarse y se presentan, independientemente y limitadas por otras formas con las que entran en combinación. Una hemipirámide presenta los dos pares de caras contenidas en los ángulos agudos determinados por la sección de la base y la sección principal del ortoeje (*hemipirámide positiva* 111) y la otra hemipirámide es la contenida en los ángulos obtusos (*hemipirámide negativa* $11\bar{1}$).

Las dos hemipirámides indicadas corresponden a una primera serie piramidal, en la que los valores paramétricos *a* y *b* son poco diferentes; no así el valor de *c*, que puede aumentar haciéndose, por ejemplo, dos veces mayor, y resultaría una pirámide aguda de notación 221.

Siguiendo el mismo razonamiento que en el caso anterior, puede suponerse que el clinoeje adquiere más longitud, y por lo mismo que la pirámide se alarga en la dirección de ese eje, resultará una segunda serie piramidal o de las *clinopirámides*, diferenciables en *hemiclinopirámides positivas* $12\bar{2}$ y *hemiclinopirámides negativas* $12\bar{2}$.

Por último, fácilmente se comprenderá la existencia de una tercera serie, suponiendo que el ortoeje es el que se alar-

ga, y que, por lo tanto, las caras se desarrollan en el sentido del ortoeje; esta serie es la *ortopiramidal* que, como en los casos anteriores, se desdobla en *hemiortopirámides positivas* $21\bar{2}$ y *hemiortopirámides negativas* 212.

El hemimorfismo es raro en el sistema monoclínico, no conociéndose hasta ahora en los minerales; pero es posible desde el momento que existe eje de simetría único en cuyos extremos pueden disponerse caras de distinta especie. El azúcar y ácido tártrico son ejemplos de hemimorfismo monoclínico.

Maclas.—Plano de macla 010 (ley de Carlsbad), en la ortosa y wolfran. Macla según 100 (ley de la augita), horblenda, piroxenos, anfiboles. Plano de macla según 001 (ley de Manebach), en la ortosa, etc. Plano de macla 021 (ley de Babeno), en la ortosa. Macla según el 101 (ley del yeso en flecha).

RESUMEN

Pinacoide básico	001	Ortodomo negativo	$10\bar{1}$
Clinopinacoide	010	Hemipirámide positiva	$11\bar{1}$
Ortopinacoide	100	Hemipirámide negativa	111
Protoprisma	110	Hemiclinopirámide positiva.	$12\bar{2}$
Ortoprisma	210	Hemiclinopirámide negativa	122
Clinoprisma	120	Hemiortopirámide positiva.	$21\bar{2}$
Clinodomo	$01\bar{1}$	Hemiortopirámide negativa.	212
Ortodomo positivo	101		

A este sistema corresponde gran número de minerales: yeso, melanteria, micas, ortosa, piroxenos y anfiboles, bórax, natron, malaquita, azurita, rejalgar, freislebenita, hidrargilita, epidota, cloritas, etc.

Sistema Rómbico

Ortorrómbico.—Terbinario.—Prismático recto de base rectangular.

Caracteres.—Tres ejes cristalográficos normales entre sí y desiguales. Tres planos y tres ejes de simetría binaria. Birrefringentes biáxicos.

Los ejes cristalográficos se cruzan formando ángulos de 90°, y son los tres ejes de simetría. Como los tres ejes son de simetría, las formas se orientan haciendo que un eje sea vertical (c), otro transversal (b) y el otro anteroposterior (a).

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

El eje *a* recibe el nombre de *braquieje*, el *b macroeje* por ser el eje transversal mayor que el anteroposterior, como ya lo indica el nombre.

El plano determinado por el eje vertical y el braquieje se denomina *sección principal del braquieje*, recibiendo el nombre de *sección principal del macroeje* el plano determinado por el eje vertical y el macroeje.

Es característico del sistema la diferencia en longitud de los tres ejes; por esta razón no es posible la existencia de formas reales con parámetros de igual valor; por eso todas las hipótesis imaginables estriban en hacer los parámetros iguales a infinito. En la relación paramétrica b = 1.

FORMAS PINACOIDALES.—Como en los sistemas anteriores se consideran tres formas pinacoidales (figura 16): el *pinacoide básico* 001 *(c)* que corta al eje vertical y es paralela a los ejes horizontales; el *braquipinacoide* 010 *(b)* es la cara terminal paralela a la sección principal del braquiaje, y, por lo mismo, normal al macroeje, que es el único parámetro definido; el *macropinacoide* 100 *(a)* se define por el paralelismo que guarda con la sección principal del macroeje y ser normal al braquieje.

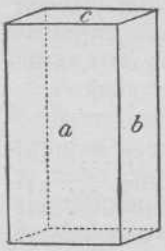


Fig. 16

FORMAS PRISMÁTICAS.—Son formas abiertas, verticales u horizontales, con dos parámetros definidos y uno infinito; como en los sistemas anteriores, se dividen en dos grupos, según que el parámetro correspondiente al eje vertical sea o no definido.

Prismas.—Formas abiertas de caras verticales y paralelas al eje *c;* todos ellos están constituídos por cuatro caras iguales y rectangulares con aristas de dos clases. Si *a* y *b* alcanzan valores próximos, resultará un *protoprisma* 110. Si el eje anteroposterior o braquieje adquiere más desarrollo que el transversal, de modo que las cuatro caras se extienden en la dirección de aquel eje, resultará el *braquiprisma* 120, tipo de la serie braquiprismática. Y viceversa, si de los ejes horizontales el que alcanza más desarrollo es el macroeje, entonces las caras estarán extendidas según esa dirección, y la forma resultante será un *macroprisma* 210, tipo de la serie macroprismática.

Domos.—Formas abiertas de caras horizontales e inclinadas sobre el eje vertical. Estas caras pueden ser paralelas al macroeje, en cuya dirección se extienden, y resultan los *macrodomos* 101; si las caras son paralelas al braquieje, se for-

man los *braquidomos* 011; éstos son con frecuencia agudos; es decir, elevados en la dirección del eje vertical, en cuyo caso la notación será 021.

Formas piramidales.—Las formas cuyas caras están inclinadas sobre los tres ejes cristalográficos son las pirámides; la *pirámide rómbica* 111 está constituída por ocho caras de triángulos escalenos; los seis vértices o tetraedros son iguales dos a dos, y son las terminaciones de los ejes de simetría. Conservándose *b* y *a* con valores próximos puede imaginarse una serie protopiramidal por el diferente desarrollo del eje vertical: *protopirámide* 112, 221, etc.

La segunda serie piramidal está determinada por el des-

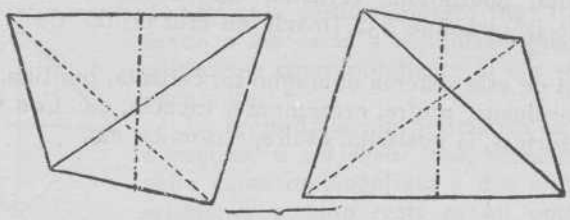


Fig. 17

arrollo de las caras en la dirección del braquieje; una pirámide cuyas caras se extienden sobre el eje anteroposterior, será una *braquipirámide* 122. El grupo o serie de las *macropirámides* 211 se caracteriza porque, desarrollándose las caras sobre el macroeje, el parámetro que a éste corresponde es siempre mayor que el del braquieje.

Formas hemiédricas.—En este sistema se presenta una hemiedria holoáxica llamada esfenoédrica; por pérdida de la mitad de las caras en la *pirámide rómbica* 111 se originan dos *esfenoides rómbicos* π (111); cada uno con cuatro caras de triángulos escalenos (fig. 17).

Estos esfenoedros son enantiomorfos—por lo tanto, no pueden superponerse—, y se diferencian en esfenoedro derecho e izquierdo.

No es raro el hemimorfismo en el sistema rómbico; en estas formas uno de los planos de simetría se comporta como unilateral, precisamente aquel que es normal al eje en cuyos extremos se disponen de diversa manera las caras. La calamina y el topacio son buenos ejemplos de hemimorfismo rómbico.

RESUMEN

Pinacoide básico.....	001	Macrodomo.....	101
Braquipinacoide.....	010	Pirámide rómbica.....	111
Macropinacoide.....	100	Protopirámide.....	112
Protoprisma.....	110	Braquipirámide.....	122
Braquiprisma.....	120	Macropirámide.....	211
Macroprisma.....	210	Esfenoide rómbico.....	π(111)
Braquidomo.....	011		

Maclas.— Plano de macla 001 (macla de complemento de la calamina). Plano de macla un braquidomo 032 (macla en cruz de 90° de estaurolita). Plano de macla 101 (macla del mispiquel). Plano de macla 110 (maclas de aragonito, marcasita, bournonita, cerusita, etc.). Plano de macla una cara de la pirámide 232 (macla en cruz de 60° de la estaurolita).

Son de este sistema el aragonito, cerusita, baritina, celestina, pirolusita, azufre, oropimente, topacio, etc. Con formas esfenoédricas, la goslarita, azufre, epsomita, etc.

Sistema Tetragonal

Cuadrático.—Cuaternario.—Prismático recto de base cuadrada.

Caracteres.—Tres ejes cristalográficos normales entre sí, de los cuales dos son iguales (los horizontales), y el tercero diferente (el vertical). Cinco planos y ejes de simetría: uno cuaternario y cuatro binarios. Birrefringentes uniáxicos.

Los cuatro planos normales a los ejes binarios cortan al plano principal de modo que dividen el espacio en diez y seis partes iguales. Las formas han de orientarse para el estudio haciendo que el eje de simetría cuaternaria o principal sea a su vez eje cristalográfico vertical.

Por la simetría propia del sistema se deduce que $a = b$, y a su vez c, es mayor o menor que b, de donde la relación áxica será: $a : a : c$.

Formas pinacoidales.—En este grupo hemos de comprender todas las formas cuya notación sea propia de caras pinacoidales. En este concepto hay que estudiar dos formas: la *base* y el *deutoprisma* o *prisma inverso*.

La base o *pinacoide básico* 001 está constituído por un par de caras paralelas al plano principal, y, por lo mismo, normales al eje vertical y paralelas a los ejes a y b.

El deutoprisma o *prisma inverso* 100 es un sólido de cuatro caras rectangulares normales al plano principal, y, por lo tanto, paralelas al eje vertical; además, como los ejes horizontales (*a* y *b*) van al centro de las caras (fig. 18), si se nota la anterior, se verá que es paralela al eje *b* y corta al eje *a*, de donde resulta la notación 100 para el deutoprisma, forma que tiene el aspecto de prisma y notación pinacoidal.

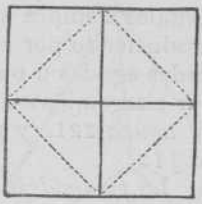


Fig. 18

Formas prismáticas.—Se distinguen tres formas: prisma *tetragonal, ditetragonal* y *deutopirámide.*

El *prisma tetragonal* o *protoprisma* 110 es un sólido constituído por cuatro caras rectangulares, siendo la sección recta un cuadrado. Los ejes *a* y *b* van de vértice a vértice opuesto (fig. 19) cortando a las caras a distancias iguales; el parámetro correspondiente al eje vertical es infinito.

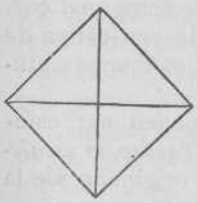


Fig. 19

La segunda forma prismática es la *ditetragonal* u *octogonal* 320, formada por ocho caras rectangulares y dos clases de aristas; la sección recta es un octógono (fig. 20).

Las caras del prisma ditetragonal son paralelas al eje vertical, y cortan a los ejes horizontales a distancias desiguales.

La *deutopirámide* 101, llamada también *pirámide inversa*, tiene forma piramidal y notación prismática. Es un sólido constituído por ocho caras de triángulos isósceles; presenta doce aristas de dos clases: ocho polares y cuatro ecuatoriales; seis ángulos tetragonales en dos grupos: dos polares y cuatro ecuatoriales. Los ejes cristalográficos horizontales van al centro de las aristas ecuatoriales (véase la disposición en el deutoprisma), por cuya razón, si se nota la cara anterior, aparecerán definidos los parámetros correspondientes a los ejes anteroposterior y vertical; infinito el transversal.

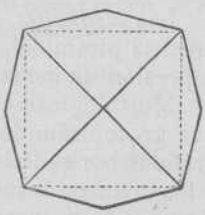


Fig. 20

Formas piramidales.—Inclúyese en este grupo dos tipos de formas con los tres parámetros definidos: la *protopiramidal* y la *ditetragonal* u *octogonal.*

La *protopirámide* 111, llamada también *pirámide tetragonal*, tiene igual conformación que la deutopirámide, sólo que

los ejes cristalográficos horizontales van a los vértices que forman las aristas ecuatoriales (véase la disposición en el protoprisma). Se comprenderá que teniendo estas formas definidos los tres parámetros, el eje vertical—ya que los horizontales siempre son iguales—podrá alargarse o acortarse, produciendo por este cambio de longitud diversas protopirámides agudas u obtusas, respectivamente; así tendremos que por alargamiento del eje vertical se formará una *protopirámide aguda* 221, y por acortamiento una *protopirámide obtusa* 112.

La *pirámide ditetragonal* 321 es un holoedro formado por diez y seis caras de triángulos escalenos; veinticuatro aristas de dos clases, ocho ecuatoriales iguales y diez y seis polares iguales alternativamente; diez vértices de dos clases, dos polares octaedros colocados cada uno en el extremo del eje de simetría cuaternaria; los otros ocho vértices son ecuatoriales, tetraedros y alternativamente iguales. Esta pirámide octogonal corta a los tres ejes a distancias desiguales; el eje vertical va de polo a polo, y los horizontales unen los ángulos menos obtusos y opuestos de los ecuatoriales.

Formas meriédricas.—Las hemiedrias pueden ser esfenoédrica, piramidal y trapezoédrica. El *ditetraedro* o *escalenoedro tetragonal* χ (321) es un esfenoedro originado de la pirámide ditetragonal por supresión de pares de caras.

El *esfenoedro tetragonal* χ (111), frecuente en la calcopirita, es otra forma hemiédrica, derivada de la pirámide tetragonal; estenoédrica como la anterior y como aquélla originada en virtud del mismo mecanismo, con sólo la variación de proceder de un holoedro que tiene ocho caras. Resulta un sólido tetraédrico, con caras de triángulos isósceles, seis aristas, de las cuales dos son cruzadas, y las cuatro restantes aparecen en ziszás; los vértices son ángulos triedros iguales.

Las *pirámides de tercer orden* π (321) resultan de la hemiedria piramidal, verificada en la pirámide ditetragonal por supresión de caras correlativas.

Morfológicamente, la pirámide de tercer orden es igual a una protopirámide; pero la disposición de los ejes cristalográficos horizontales es de tal naturaleza, que no van a parar a los centros de las aristas ecuatoriales, ni a los vértices; es decir, a puntos cualesquiera de las aristas. Resultan formas de transición entre la deuto y protopirámide.

El prisma ditetragonal sufre también la hemiedria piramidal; ese prisma puede considerarse como una pirámide octogonal, en la que el eje vertical se hace infinito. Mediante esa hemiedria se producirá los *prismas tetragonales de primer*

orden π (320), sólo diferenciable del holoedro, prisma tetragonal, por su situación en el espacio. Esta hemiedria, así como las pirámides de tercer orden, pueden dividirse en dos series: pirámides y prismas de tercer orden, derechos e izquierdos, o *positivos* y *negativos*. Ejemplo de prisma de tercer orden lo presenta la wulfenita.

Por último, hay una hemiedria plagiédrica o trapezoédrica que origina al *trapezoedro tetragonal* τ (321), hemiedro enantiomorfo procedente de la pirámide octogonal, por su presión de caras alternas (fig. 21).

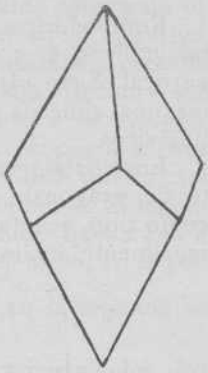


Fig. 21

Es un sólido constituído por ocho caras trapezoidales isósceles y diez y seis aristas, de las que ocho, las ecuatoriales, van en ziszás. No se conocen minerales que muestren este hemiedro; entre las substancias orgánicas, se conocen varias, entre ellas el sulfato de estricnina.

En teoría se comprenden las formas tetartoédricas rómbicas, originadas por la repetición de dos hemiedrias sobre los holoedros; pero ninguna tetartoedria de este sistema se presenta en la Naturaleza. Lo mismo ocurre con el hemimorfismo, aun cuando de éste se conoce algún caso en substancias orgánicas.

RESUMEN

Base	001	Pirámide ditetragonal	321
Deutoprisma	100	Escalenoedro tetragonal	χ(321)
Protoprisma tetragonal	110	Esfenoedro tetragonal	χ(111)
Prisma ditetragonal	320	Pirámide de tercer orden	π(321)
Deutopirámide	101	Prisma tetragonal de tercer orden	π(320)
Protopirámide	111	Trapezoedro tetragonal	τ(321)
Protopirámide aguda	221		
Protopirámide obtusa	112		

Maclas.—Son frecuentes las maclas en los cristales del sistema tetragonal; las más importantes son las dos siguientes: 1.ª Plano de macla, una cara deutopiramidal 101 (macla de la *casiterita*, conocida con el nombre de *pico de estaño*). 2.ª Plano de macla 111 (una de las varias maclas de la *calcopirita*).

Al sistema tetragonal corresponden pocos minerales: calcopirita, rutilo, casiterita, wulfenita, schelita, etc.

Sistema Exagonal

Romboédrico.—Se caracteriza por tener cuatro ejes cristalográficos, tres iguales (los horizontales), y normales al eje vertical. Siete planos y ejes de simetría, uno senario o de máxima simetría, y los otros seis binarios. Birrefringentes uniáxicos.

Los cristalógrafos, que consideran el romboédrico distinto del exagonal, y toman aquella forma—el romboedro—como tipo, aceptan sólo tres ejes cristalográficos oblicuos e igualmente inclinados; en este caso, la relación paramétrica consta sólo de tres símbolos. Sin embargo, excepción hecha de los naturalistas franceses, todos los demás consideran el rombeédrico series hemiédricas del exagonal.

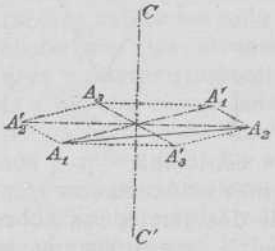


Fig. 22

En este concepto, las caras se reñeren a cuatro ejes cristalográficos (fig. 22); uno de ellos, el vertical, es siempre eje senario, y claro es que nos referimos a las formas holoédricas; los otros tres ejes son horizontales y corresponden a tres alternos de los seis ejes de simetría binaria. Estos tres ejes horizontales se cruzan en ángulo de 60°; las bisectrices de estos ángulos son, a veces, ejes de simetría. El plano que contiene los ejes horizontales y bisectrices se llama *sección principal*, y es normal a los seis planos que determinan el eje vertical con las bisectrices y ejes horizontales. Los siete planos indicados (planos de simetría) dividen el espacio en 24 partes iguales.

Cuando está orientado el cristal, las ramas alternativas se suponen positivas; las otras son negativas; esto es debido a que se consideran positivos los trozos de ejes que forman entre sí ángulos de 120°, y negativos todos los demás. Por otra parte, en la relación *h i k l* hay que tener presente que sólo son incógnitas *h i l*, porque $h + i = -k$, de donde se deduce que $h + i + k = 0$; el valor, pues, del tercer parámetro es negativo y es la suma de los índices de los dos primeros; por ser negativo, en las relaciones paramétricas se pone el signo — encima del número que representa al tercer parámetro. Como una cara no puede cortar a igual distancia a los tres ejes horizontales, la única manera de que

los tres primeros parámetros sean iguales es el caso de que los tres sean infinitos, como ocurre en el pinacoide básico; fuera de este caso, no se conoce, ni es posible, la existencia de formas que llenen aquella condición. Sabido esto, y no olvidando que el símbolo k lleva implícito el signo negativo, se comprenderá que los únicos casos posibles—prescindiendo del eje vertical, que es de naturaleza distinta—son aquellos en que $h = k$ o que $h = i$. Si $h = k$ es evidente que $i = 0$, porque hemos dicho que $h + i = k$; por la misma razón, si $i = k$, resultaría $h = 0$; lo que nos dice que la cara tiene uno de los dos primeros parámetros infinitos. El segundo caso es $h = i$; si $h + i = k$, se deduce que $2\,i = k$ y $2\,h = k$; en una de estas igualdades, por ejemplo, en la primera, resultará que $i = \frac{k}{2}$; por lo mismo, en la segunda se obtendrá $h = \frac{k}{2}$; esto nos dice que la cara corta a los dos primeros ejes a distancia doble que el tercero y que aquéllos son iguales.

Ya hemos dicho que el eje vertical es de distinta naturaleza que los horizontales y se comporta de manera diferente; cuando las caras cortan al eje vertical, y son paralelas a los otros, resultan las bases; si las caras cortan algunos de los horizontales y son paralelas al vertical, se forman los prismas; y, por último, si cortan al vertical y a los horizontales, o sólo a dos de éstos, resultan las pirámides.

Formas holoédricas.—Pueden dividirse, como en los precedentes sistemas, en pinacoidales, prismáticas y piramidales.

Sólo se conoce una forma pinacoidal, denominada *base* 0001, constituída por un par de caras paralelas a la sección principal; por lo mismo cortan al eje c o vertical y son paralelas a los ejes horizontales.

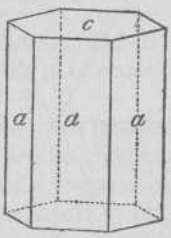


Fig. 23

Prismas. — Los prismas exagonales tienen gran analogía con los cuadráticos, diferenciándose, como éstos, según la disposición de los ejes secundarios u horizontales. Hay que distinguir tres prismas: *prisma exagonal* o protoprisma, *deutoprisma* y *prisma diexagonal*.

El prisma exagonal o *protoprisma* $10\bar{1}0$ es una forma abierta constituída por seis caras rectangulares iguales (figura 23), paralelas al eje vertical; diez y ocho aristas de dos cla-

ses, seis áxicas iguales y verticales, y doce básicas iguales, de las cuales seis son superiores y seis inferiores; la sección recta es un exágono regular. Los ejes horizontales van de vértice a vértice opuesto (fig. 24).

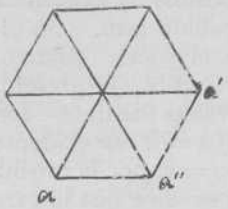


Fig. 24

El *deutoprisma* $\bar{1}120$, llamado también prisma inverso, o de segundo orden, tiene la misma morfología que el protoprisma anteriormente descrito, pero se diferencia por la disposición de los ejes horizontales; y en efecto, aquí van de centro de cara a cara opuesta (fig. 25).

El *prisma diexagonal* $\bar{2}130$ es un holoedro de doce caras rectangulares iguales; treinta y seis aristas de dos clases, doce verticales y veinticuatro básicas, de las cuales doce son superiores y otras doce inferiores; veinticuatro ángulos triedros, doce superiores y doce inferiores, iguales alternativamente en la base, e iguales los opuestos, según las aristas verticales; es en proyección un doble exágono regular.

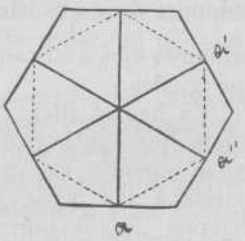
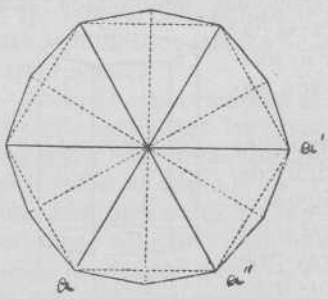


Fig. 25

Pirámides.—Como los prismas, estas pirámides exagonales guardan estrecha relación con las cuadráticas, y se dividen en *protopirámides, deutopirámides* y *pirámides diexagonales*, en las que es constantemente definido el parámetro correspondiente al eje *c* o vertical.

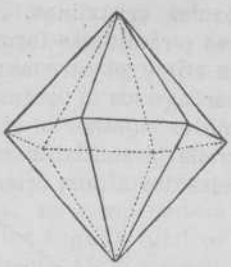


$\bar{2}130$

La pirámide exagonal o *protopirámide* $\bar{1}011$ es una forma cerrada, constituída por doce caras, seis superiores y seis inferiores de triángulos isósceles, cuyo lado diferente corresponde a una arista ecuatorial; ocho vértices de dos clases, dos exaédricos polares y seis tetraédricos ecuatoriales; diez y ocho aristas de dos especies, doce polares y seis ecuatoriales. El parámetro *c* es definido, el segundo (a') infinito, los otros dos definidos e iguales $(a = a'')$; este carácter paramétrico—en lo que se refiere a ejes horizontales—

es fácil de comprender recordando la sección del protoprisma.

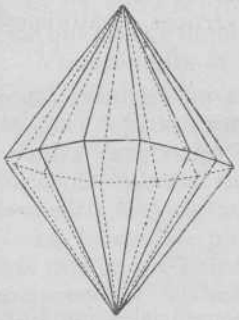
La *deutopirámide exagonal* $11\bar{2}1$ o pirámide inversa es a la protopirámide lo que el deutoprisma al protoprisma. Resulta, pues, una forma cerrada con igual morfología que la descrita al ocuparnos de la protopirámide; si las dos pirámides fueran independientes de toda combinación, no habría posibilidad de distinguirlas; tanto que la forma que nos ocupa viene a ser una protopirámide que ha girado 30° alrededor del eje vertical, conservándose inmóviles los ejes horizontales. La disposición de los ejes horizontales en el deutoprisma corresponde exactamente a la deutopirámide exagonal.



$10\bar{1}1$

Por último, hay otra forma piramidal denominada *pirámide diexagonal* 2131, cuyos ejes horizontales guardan la disposición indicada al ocuparnos del prisma diexagonal. Es un sólido cerrado, constituído por veinticuatro caras; catorce vértices, dos polares dodecaedros y doce tetraedros alternativamente iguales; treinta y seis aristas, doce ecuatoriales y veinticuatro polares, de igual disposición que las aristas básicas del prisma diexagonal.

Formas meriédricas.—Las formas meriédricas exagonales pueden ser hemiédricas y tetartoédricas. Unas y otras alcanzan notoria importancia, llegando algunas (las romboédricas) a constituir para algunos autores sistema cristalino independiente. Por otra parte, este grupo reviste mucha más importancia en la práctica que las holoedrias, porque a él corresponden mayor número de minerales del sistema que estudiamos. Son las más notables y típicas.



$2\bar{1}31$

Como en el tetragonal, las hemiedrias exagonales pueden ser de tres clases: *romboédrica*, *piramidal* y *trapezoedrica*.

Hemiedria romboédrica.—Es la más frecuente e importante; se caracteriza por desaparición de los ejes binarios y reducción del eje senario a simetría ternaria. Los holoedros pierden alternativamente las caras para transformarse en hemiedros. En las notaciones de las hemiedrias romboédricas antepondremos siempre la letra griega π.

El *romboedro* π $(10\bar{1}1)$ es la hemiedria romboédrica pro-

cedente de la pirámide exagonal por supresión alterna de espacios cristalinos. Es evidente que por descomposición de esa pirámide se formarán dos romboedros: uno positivo (figura 26) y el otro negativo, y que estos romboedros podrán ser agudos u obtusos, según que procedan de protopirámides agudas u obtusas. El romboedro es una forma cerrada piramidal, constituída por seis caras rombales y paralelas dos a dos; orientado según el eje ternario, se descubren

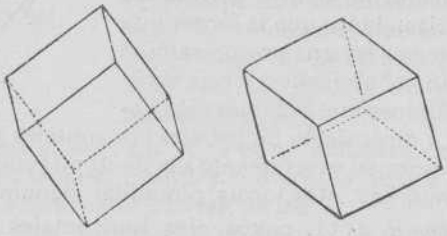


Fig. 26

dos clases de vértices, unos (6) triedros ecuatoriales, y los otros (2) polares, también de tres caras; doce aristas, de las cuales seis son ecuatoriales dispuestas en ziszás, y las otras seis polares, tres superiores y tres inferiores. Los ejes cristalográficos en el romboedro van: el vertical, de polo a polo, coincidiendo con el eje de simetría ternaria, y los horizontales, de centro a centro de arista ecuatorial opuesta. Cuando los polos del romboedro son agudos, los vértices ecuatoriales

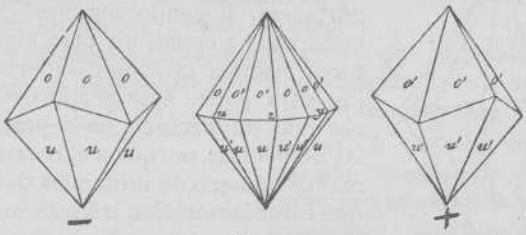


Fig. 27

son obtusos, y viceversa, si los vértices ecuatoriales son agudos (romboedro achatado), los polos son obtusos. No es posible la igualdad angular de los dos grupos de vértices, pues si ésta ocurriera se transformaría—al valer todos ellos 90°—en el exaedro o cubo del sistema regular.

Otra hemiedria romboédrica es el *escalenoedro* π $(2\bar{1}31)$ procedente de la pirámide diexagonal por supresión alterna de espacios. Por descomposición de la pirámide diexagonal se originarán dos escalenoedros: uno positivo y otro negativo (fig. 27), y—como los romboedros—agudos u obtusos,

según la longitud del eje vertical. Es una forma cerrada, constituída por doce caras: seis superiores y seis inferiores, de triángulos escalenos; ocho vértices, dos polares exagonales e iguales y seis ecuatoriales tetragonales, también iguales entre sí; diez y ocho aristas, doce polares iguales alternativamente y seis ecuatoriales iguales, dispuestas en ziszás. El escalenoedro muestra una marcada transición hacia el romboedro, y esto se observa en los cristales achatados; se comprenderá fácilmente que al decrecer el eje vertical, los ángulos diedros de las aristas culminantes irán creciendo hacia 180°; cuando llega a ese valor desaparece el ángulo, se fusionan las caras dos a dos y se hacen rombales, transformándose así el escalenoedro en romboedro.

Hemiedria piramidal.—La hemiedria piramidal es una parahemiedria en la que se conserva el eje senario y el centro, desapareciendo los binarios debido a la rotación que sufre la forma, de modo que los ejes cristalográficos horizontales van a parar a puntos cualesquiera de las caras (prismas) o de las aristas ecuatoriales (pirámides), nunca a los centros ni vértices.

La *pirámide exagonal de tercer orden* χ $(21\bar{3}1)$ procede de la pirámide diexagonal por supresión de pares de caras opuestas y alternas; resulta una pirámide exagonal intermedia, por su posición, entre la proto y deutopirámide y de igual conformación que éstas, e imposible de distinguir si se presentan aisladas.

Verificándose la hemiedria piramidal en el prisma diexagonal, resultará un *prisma exagonal de tercer orden* χ $(21\bar{3}0)$ de igual constitución morfológica que los prismas exagonales holoédricos; los ejes horizontales están dispuestos como en la hemiedria antes estudiada.

La hemiedria piramidal no es posible más que en los holoedros indicados, y se comprenderá fácilmente, porque conservándose el centro en el protoprisma, por ejemplo, él sería suficiente para dar a las caras toda la simetría propia del sistema exagonal.

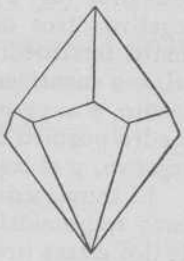


Fig. 28

Hemiedria trapezoédrica.—Es una hemiedria plagiédrica, donde se conservan los ejes de simetría y desaparece el centro. A más de la forma, lo que diferencia esta hemiedria, es que a una cara corresponden dos en el extremo opuesto. Sólo es posible la hemiedria en la pirámide diexagonal, que engendra el *trapezoedro exagonal* τ $(21\bar{3}1)$ (fig. 28), hemiedro

enantiomorfo constituído por doce caras trapezoidales. Esta hemiedria no se conoce en la naturaleza.

Tetartoedria.—Aplicando a las formas holoédricas dos clases de hemiedrias simultáneas se producen los tetartoedros. Estudiaremos sólo aquellos casos que son importantes por presentarse en la naturaleza.

Hemos visto, al ocuparnos de la hemiedria romboédrica, que la pirámide diexagonal produce dos escalenoedros, uno positivo y otro negativo; estos escalenoedros producen a su vez por hemiedria plagiédrica unas formas tetartoédricas denominadas *trapezoedros trigonales;* siendo τ la letra griega que representa la hemiedria plagiédrica trapezoédrica y π la

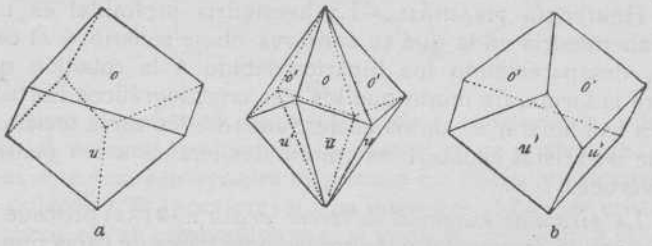


Fig. 29

que hemos supuesto represente la romboédrica, tendremos que la notación correspondiente a un *trapezoedro trigonal* será π τ $(2\bar{1}31)$. Del escalenoedro positivo se forman dos trapezoedros (fig. 29), derecho e izquierdo, y del escalenoedro negativo otros dos trapezoedros, derecho e izquierdo; estos cuatro tetartoedros, procedentes de una pirámide diexagonal, son enantiomorfos los correspondientes al mismo escalenoedro, y superponibles el trapezoedro derecho del escalenoedro positivo con el trapezoedro derecho del escalenoedro negativo, y el izquierdo de éste con el izquierdo de aquél.

El trapezoedro trigonal es una forma constituída por seis caras trapezoidales; doce aristas, seis ecuatoriales en ziszás, de dos clases (tres largas y tres cortas, las menos obtusas), y otras seis polares, tres superiores y tres inferiores, todas ellas iguales; ocho vértices.

En el grupo de la tetartoedria trapezoédrica se encuentra la *pirámide trigonal* π τ $(11\bar{2}1)$, procedente de la deutopirámide, que bien puede considerarse como una pirámide diexagonal. Las pirámides trigonales son superponibles y están constituídas por seis caras de triángulos isósceles.

Si se somete a la tetartoedria estudiada el deutoprisma,

se produce el prisma trigonal o *tritoprisma* $\pi\,\tau\,(11\bar{2}0)$, constituído por tres caras rectangulares, nueve aristas, tres iguales áxicas y seis básicas iguales, tres superiores y tres inferiores; seis vértices triedros iguales; la proyección recta es un triángulo equilátero.

Las protopirámides producen por tetartoedria trapezoédrica diversos romboedros diferenciables por su posición en el espacio, pero que presentados en los minerales no se distinguen de los romboedros normales.

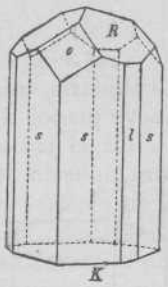


Fig. 30

Los *romboedros de segundo orden* $\chi\,\pi$ $(11\bar{2}1)$ proceden de la deutopirámide y pueden considerarse trapezoédricos habiendo dado una rotación de 30°; esta tetartoedria romboédrica está representada en la naturaleza en los cristales de dioptasa, titanita, etc. Casos de tetartoedria romboédrica los presenta la pirámide diexagonal que originan los romboedros de tercer orden.

Hemimorfia.—El hemimorfismo se presenta según el eje senario, disponiéndose las caras de diferente manera en los extremos opuestos. La figura 30 representa la hemimorfia de las turmalinas.

RESUMEN

Base	0001	Prisma exagonal de tercer orden	$\chi(21\bar{3}0)$
Protoprisma	$10\bar{1}0$	Trapezoedro exagonal	$\tau(21\bar{3}1)$
Deutoprisma	$11\bar{2}0$	Trapezoedro trigonal	$\pi\tau(21\bar{3}1)$
Prisma diexagonal	$21\bar{3}0$	Pirámide trigonal	$\pi\tau(11\bar{2}1)$
Protopirámide	$10\bar{1}1$	Tritoprisma	$\pi\tau(11\bar{2}0)$
Deutopirámide	$11\bar{2}1$	Romboedro de segundo orden	$\chi\pi(11\bar{2}1)$
Pirámide diexagonal	$21\bar{3}1$		
Romboedro	$\pi(10\bar{1}1)$		
Escalenoedro	$\pi(21\bar{3}1)$		
Pirámide exagonal de tercer orden	$\chi(21\bar{3}1)$		

Maclas.—Plano de macla: 0001 (calcita); $11\bar{2}1$ (cuarzo del Delfinado; $10\bar{1}0$ (nieve); $11\bar{2}0$ (cuarzo); π $(10\bar{1}1)$ calcita en corazón).

A este sistema corresponden gran número de minerales: calcita, siderita, cuarzo, cinabrio, oligisto, corindón, berilo, antimonio, arsénico, bismuto, etc.

Sistema Regular

Cúbico.—Teseral.—Tercuaternario.

Tres ejes cristalográficos normales e iguales. Trece ejes de simetría, tres cuaternarios, cuatro ternarios y seis binarios; nueve planos de simetría. Monorrefringentes.

En el cubo, por ejemplo, los cuaternarios van de cara a cara opuesta, los ternarios de vértice a vértice y los ejes binarios unen las aristas opuestas. Son ejes cristalográficos los tres cuaternarios; como los tres son iguales para orientar las formas, se hace que un eje, cualesquiera, sea vertical, otro anteroposterior, siendo el otro necesariamente transversal.

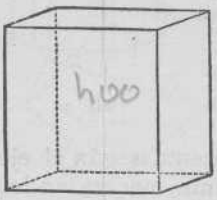


Fig. 31

Por la disposición de los ejes y la gran simetría del sistema, se comprenderá que las formas regulares han de ser redondeadas e incluíbles en una esfera.

Las formas se dividen para su estudio en holoédricas, hemiédricas y tetartoédricas.

Las formas holoédricas pueden ser de caras pinacoidales, prismáticas y piramidales.

Formas pinacoidales.—A este grupo sólo corresponde el *cubo* 100, llamado también exaedro (fig. 31). Es un sólido de seis caras cuadradas; ocho vértices triedros iguales; doce aristas iguales que forman entre sí ángulos de 90°.

Formas prismáticas.—Las caras de estos sólidos tienen notación prismática; en su consecuencia, un parámetro es constantemente infinito. Se conocen dos formas: rombododecaedro y tetraquisexaedro.

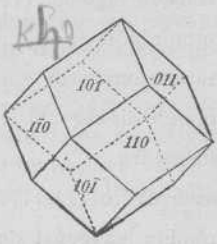


Fig. 32

El *rombododecaedro* 110 o dodecaedro romboidal (fig. 32), cuya notación indicada corresponde a la cara anterior, es un sólido de doce caras romboidales; catorce vértices, de los cuales seis son tetraedros, adonde van a parar los ejes cuaternarios, y ocho

triedros, que son las terminaciones de los ejes ternarios; veinticuatro aristas iguales, valiendo los ángulos diedros 120°.

El *tetraquisexaedro* 210 o cubo piramidado (fig. 33) tiene veinticuatro caras triangulares isósceles; catorce vértices, ocho exaédricos y seis tetraédricos; treinta y seis aristas, doce largas y veinticuatro cortas. Puede suponerse esta forma cual si fuera un cubo en cuyas caras se desarrollaran pirámides cuadrangulares achatadas.

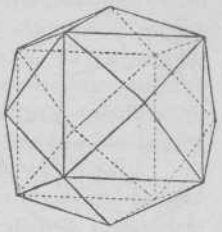


Fig. 33

Formas piramidales.—Las caras cortan a los tres ejes; las formas comprendidas en este grupo son las siguientes:

El *octaedro* 111 está formado (fig. 34) por ocho caras de triángulos equiláteros; seis vértices tetragonales; doce aristas. Todos los elementos de la misma especie son iguales. El ángulo formado por dos caras opuestas en el mismo vértice vale 70°, 31′, 44″; los ángulos diedros de las aristas valen 109°, 28′, 16″.

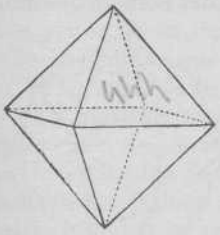


Fig .34

El *triaquisoctaedro* 221, llamado también octaedro piramidado (fig. 35), consta de veinticuatro caras de triángulos isósceles; treinta y seis aristas, doce largas y veinticuatro cortas; catorce vértices, ocho triedros y seis octaedros. Esta forma puede considerarse como un octaedro sobre cuyas caras se desarrollaran pirámides triangulares achatadas. Como se ve por la notación, las caras cortan a los tres ejes, dos a igual distancia, y uno desigual a distancia doble.

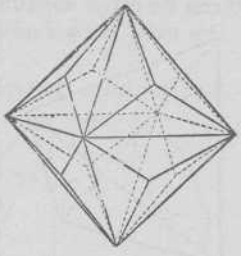


Fig. 35

El *icositetraedro* 211 (fig. 36) o trapezoedro está formado por veinticuatro caras trapezoédricas; cuarenta y ocho aristas de dos clases, veinticuatro largas y veinticuatro cortas; veintiséis vértices de tres clases, seis tetraedros equiarísticos donde terminan los ejes cuaternarios, doce tetraédricos de aristas de longitud diversa donde van los ejes binarios, y ocho triedros que son las terminaciones de los ejes ternarios. Por la notación se descubre que las caras cortan, como en el caso anterior, a los tres ejes, dos a igual distancia; pero el parámetro desigual es la mitad menor que los otros.

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

El *exaquisoctaedro* 321 u octoaquisexaedro (fig. 37) es un sólido de cuarenta y ocho caras de triángulos escalenos; veintiséis vértices, seis ditetraédricos adonde van a parar los ejes cuaternarios, ocho exaédricos que son los extremos de los ejes ternarios, y doce tetraédricos correspondientes a los ejes binarios; setenta y dos aristas de tres clases, veinticuatro cortas, veinticuatro intermedias y veinticuatro largas. Se le puede suponer constituído por el adosamiento de pirámides exagonales achatadas sobre las caras del octaedro, o bien pirámides octogonales sobre las caras del cubo. Como se ve por la notación del exaquisoctaedro, las caras cortan a los tres ejes cristalográficos a distancias desiguales.

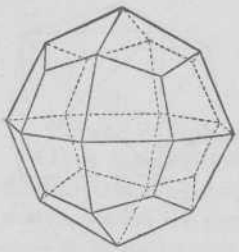


Fig. 36

Es necesario advertir que a excepción del octaedro, cubo y rombododecaedro, cuya notación es invariable, las demás formas estudiadas están notadas según un modelo típico; pero son susceptibles de variación hasta el infinito, aunque conservando siempre lo esencial de la característica.

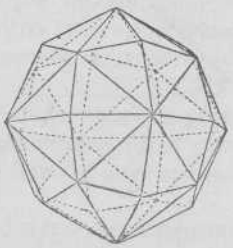


Fig. 37

Formas hemiédricas.—Son posibles tres clases de hemiedrias: tetraédrica, piritoédrica y plagiédrica.

Hemiedria tetraédrica.—Los tres planos diametrales y el de proyección dividen a los sólidos regulares en octantes; por supresión alterna de estos espacios se originan las hemiedrias tetraédricas o de caras oblicuas. Desaparecen los ejes binarios y ternarios; los cuaternarios pasan a ser binarios.

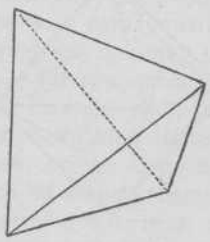


Fig. 38

El cubo, rombododecaedro y tetraquisexaedro no pueden producir hemiedria tetraédrica, porque, siendo los planos diametrales (planos normales a los ejes cuaternarios o cristalográficos) normales a caras, habría que suprimir trozos de caras, y los que quedasen, por desarrollo engendrarían otra vez la forma holoédrica.

El *tetraedro* x (111) es la hemiedria procedente del octaedro (fig. 38). Fácil es de comprender que el octaedro ha de producir dos tetraedros o formas conjugadas, uno positivo x (111) y otro negativo x ($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$). Es un sólido de cuatro caras

oblicuas de triángulos equiláteros, de igual valor angular que el octaedro: seis aristas y cuatro vértices triangulares.

El *deltoedro* x (221), llamado también dodecaedro trapezoidal o deltoide, procede del triaquisoctaedro por supresión de los grupos de tres caras colocados en octantes alternos. Produce el holoedro dos formas conjugadas: positiva y negativa. Consta de doce caras trapezoédricas; veinticuatro aristas de dos clases: doce largas y doce cortas; catorce vértices de dos especies: seis tetaédricos y ocho trigonales, de los cuales cuatro son más agudos que los otros cuatro restantes.

El *triaquistetraedro* x (211) o dodecaedro trigonal procede del icositetraedro cuando sobre él se aplica la hemiedria tetraédrica que venimos estudiando. Sólido de doce caras de triángulos isósceles; ocho vértices, cuatro triedros y otros cuatro exaédricos; diez y ocho aristas, seis largas, a cuyos centros van los ejes cristalográficos o de simetría binaria, y doce cortas. Puede suponerse esta forma como un tetraedro, en cuyas caras se desarrollan pirámides trigonales, a lo que alude el nombre que se le da o el de tetraedro piramidal, con el que también se le conoce.

El *exaquistetraedro* x (321) es la hemiedria tetraédrica procedente del exaquisoctaedro. Sólido de veinticuatro caras de triángulos escalenos; treinta y seis aristas, doce cortas, doce medias y doce largas; catorce vértices, seis tetraédricos, cuatro exaédricos agudos y otros cuatro exaédricos menos agudos que los otros. Esta forma que tiene, como las precedentes, su correspondiente conjugada, puede suponérsela un deltoedro, en cuyas caras se desarrollasen ángulos diedros.

Tales son las hemiedrias tetraédricas regulares, expuestas, naturalmente, a la misma variación paramétrica que las holoédricas de que proceden, aunque sometiéndose al plan general indicado.

Hemiedria piritoédrica.—Esta hemiedria se produce por el desarrollo alterno de los espacios determinados por los planos tangenciales. En esta hemiedria se conserva el centro, y, como en el caso anterior, los ejes cuaternarios pasan a binarios. Recibe también el nombre de hemiedria *pentagonal* o de caras paralelas.

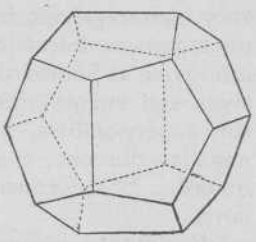


Fig. 39

Se conocen dos formas: el *piritoedro* y el *diploedro*.

El *piritoedro* π (210), llamado también dodecaedro pentagonal (fig. 39), procede del tetraquisexaedro, por desarrollo de caras alternas. Es una forma

centrada constituída por doce caras pentagonales irregulares; veinte vértices trigonales, ocho de aristas iguales o equiarísticos (aristas cortas) y doce de aristas diferentes (una larga y dos cortas); treinta aristas, veinticuatro cortas y seis largas.

El *diploedro* π (321), llamado también diaquisdodecaedro, procede del exaquisoctaedro por desarrollo alterno de las caras. Forma centrada como el caso anterior, y constituído por veinticuatro caras de trapecios; cuarenta y ocho aristas de tres clases, doce cortas, veinticuatro intermedias y doce largas; veintiséis vértices: seis tetragonales con aristas largas y cortas; doce tetragonales con las tres clases de aristas, y ocho trigonales.

Hemiedria plagiédrica.—Esta hemiedria procede del desarrollo alterno de espacios resultantes de la combinación de los planos diametrales y diagonales. Los hemiedros así resultantes conservan los ejes binarios, aunque desaparecen los planos de simetría y el centro.

Esta hemiedria sólo puede verificarse en el exaquisoctaedro, que da lugar a dos *icositetraedros pentagonales* τ (321) enantiomorfos; sólidos de veinticuatro caras de pentágonos irregulares; sesenta aristas de tres clases: largas, cortas y medias; treinta y ocho vértices trigonales y tetragonales.

Tetartoedria.—Dos hemiedrias aplicadas simultáneamente sobre el holoedro producen la tetartoedria. En las formas resultantes ya no existe ni centro, ni ejes, ni planos de simetría.

La tetartoedria sólo es posible en el exaquisoctaedro; las tres clases de hemiedrias derivadas de aquel holoedro producen unas formas tetartoédricas llamadas *dodecaedros pentagonales tetraédricos* χ π (321), así notados, si las hemiedrias que se verificaron en el holoedro fueron la tetraédrica y piritoédrica.

Un exaquisoctaedro produce dos hemiedros: uno positivo y otro negativo; éstos, a su vez, originan dos dodecaedros pentagonales tetraédricos: uno derecho y otro izquierdo; de modo que el holoedro produce cuatro tetartoedros. Los posisivos son enantiomorfos, lo mismo que los negativos; pero son superponibles, girando 90°, el positivo derecho con el negativo derecho, y el positivo izquierdo con él negativo izquierdo. Son formas de doce caras de pentágonos irregulares.

Realmente, no puede existir hemiformismo en el sistema regular, por no haber un eje de naturaleza distinta a los demás; pero sí un pseudohemimorfismo originado por desigual desarrollo de las caras en los extremos de un eje cuaternario;

tal ocurre en ciertas *fluoritas* de Papiol (Barcelona), que estudiaremos en lugar oportuno.

RESUMEN

Cubo	100	Triaquistetraedro	$\chi(211)$
Rombododecaedro	110	Exaquistetraedro	$\chi(321)$
Tetraquisexaedro	210	Piritoedro	$\pi(210)$
Octaedro	111	Diploedro	$\pi(321)$
Triaquisoctaedro	221	Icositetraedro pentagonal	$\tau(321)$
Icositetraedro	211	Dodecaedro pentagonal tetraédrico	$\chi\pi(321)$
Exaquisoctaedro	321		
Tetraedro	$\chi(111)$		
Deltoedro	$\chi(221)$		

Maclas.—Plano de macla 111 (espinela), 110 (pirita de hierro).

Muchos son los minerales que cristalizan en este sistema: cubo (fluorina, galena, pirita, sal común, etc.); rombododecaedro (cuprita, blenda, galena, etc.); tetrasquisexaedro (diamante, oro, fluorita, etc.); octaedro (magnetita, alumbres, espinelas, etc.); triaquisoctaedro (pirita, cuprita, diamante, etc.); icositetraedro (glosularia, melanita, etc.); exaquisoctaedro (diamante, oro, etc.); tetraedro (cobres, grises, blenda, etc.); deltoedro (cobres grises); triaquistetraedro (cobres grises, blenda); exaquistetraedro (cobres grises, blenda); piritoedro (pirita, cobaltita, etc.); diploedro (pirita); icositetraedro pentagonal (silvina, salmiac); dodecaedro pentagonal tetraédrico (nitro bárico).

Algunos cristales fueron considerados del sistema regular, aun cuando realmente lo son del exagonal; tal ocurre con el bismuto, antimonio, arsénico, nitratina, etc., y en general todos los minerales romboédricos con ángulos próximos a 90°. No debe esto olvidarse para evitar confusiones, ya que el romboedro se transforma en cubo haciendo rectos todos los ángulos.

BIBLIOTECA
DEL
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

II.—FISÍCA MINERAL

Peso específico de los minerales.—*Densidad* o *peso específico* es la relación que existe entre el peso relativo de un cuerpo y el peso de un volumen igual de substancia que se toma como término de comparación; el término de comparación para sólidos y líquidos es el agua a 4° c. Aun cuando la costumbre ha hecho sinónimas las palabras densidad y peso específico, no deben confundirse; *peso específico* es lo indica do anteriormente, mientras que la palabra *densidad* significa la cantidad de materia que contiene un cuerpo en la unidad de volumen.

Sea D el peso de un cuerpo en el volumen 1, y llamemos P el peso de ese mismo cuerpo con volumen V. Tendremos la siguiente proporción; $D : P :: 1 : V$; de la que se deduce $P = V \times D$; $V = \frac{P}{D}$; $D = \frac{P}{V}$; es decir, que el peso es igual al volumen multiplicado por la densidad, que el volumen es igual al peso partido por la densidad, y que la densidad es igual al peso partido por el volumen.

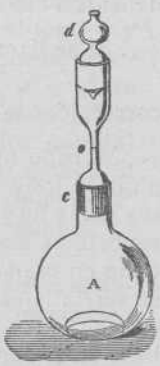


Fig. 40

Nos ocuparemos de la determinación del peso específico de los cuerpos sólidos, que es lo que a nosotros nos interesa. De los muchos procedimientos conocidos, los más importantes son: *frasco de densidades, balanza de Jolly* y *método de Thoulet*, aun cuando este último se refiere a la separación de los minerales integrantes de las rocas atendiendo a la diferente densidad de ellos.

Método del frasco de densidades.—El frasco de densidades de Klaproth (fig. 40) consta de tres partes: un frasco de vidrio fino con cabida de 50 c. c.; un tapón hueco con el cuello, donde hay la señal o enrase, ensanchado en la parte superior en forma de campana con tapón esmerilado.

Para proceder con este aparato se hace lo siguiente: ya limpio el frasco se llena de agua destilada y se coloca el tapón hueco; el agua sube; con un papel de filtro se quita

agua hasta que quede a nivel del punto de enrase. Se adapta el tapón, y así dispuesto se coloca en uno de los platillos de una buena balanza; en el otro platillo se coloca granalla hasta restablecer el equilibrio.

Se toma el trocito (1 a 2 gramos) de mineral y se pulveriza; el polvo de mineral, dispuesto en un papel de peso ya conocido, se coloca en el platillo de la balanza donde está el frasco; en el otro platillo se colocan pesas conocidas hasta equilibrar la balanza Sea P el peso del cuerpo en el aire. Se quita el tapón, y con mucho cuidado se introduce el mineral en el frasco. Naturalmente, el agua sube; con un papel de filtro se quita toda el agua sobrante hasta que vuelva otra vez al punto de enrase. Se pone el tapón, cuidando de colocar también el papel donde estaba el mineral en polvo. Como hemos quitado agua, la balanza se inclina hacia el lado contrario donde está el mineral. En el platillo, donde se halla el mineral, se colocan pesas hasta restablecer el equilibrio. Las pesas que ahora hemos colocado representan el peso del agua desalojada, que es el peso de un volumen de agua igual al del mineral. Sea P' el peso del agua desalojada. Tendremos que el cociente de dividir P por P' será el peso específico $D = \frac{P}{P'}$. Pero el agua está a la temperatura t y hay que referirla a 4° c.; esto se hace con las tablas, viendo cuál es la densidad del agua a $t°$ y multiplicarla por el cociente de $\frac{P}{P'}$. Si se llama δ la densidad del agua a $t°$, la fórmula con su corrección de temperatura será $D = \frac{P}{P'}\,\delta$.

Método de la balanza de Jolly.—Consiste la balanza espiral de Jolly en un soporte cuadrangular que lleva en una de sus caras un largo espejo, todo él dividido en milímetros. El soporte es hueco y corre por dentro de él un vástago que tiene en la parte superior el estilete con un tornillo donde se sujeta la espiral de acero; en la parte inferior de la espiral está el índice y dos platillos, uno debajo del otro. Hay también en el soporte una pequeña plataforma donde se coloca un vaso de precipitados con agua destilada.

Para operar con este aparato se procede de la siguiente manera: se estira bien la espiral y se deja hasta que quede quieta; es decir, con el platillo inferior sumergido en el agua. Se mira el número que señala el índice en el espejo y supongamos sea p. Luego se coloca en el platillo superior el trocito de mineral; la espiral, naturalmente, se alarga, señalando

otro número de la escala, sea este número p'. El alargamiento $p - p'$ es el peso del cuerpo en el aire.

Una vez terminado el alargamiento $p - p'$ se coloca el mineral en el platillo inferior, en el que está sumergido en el agua destilada; como pierde de peso, la espiral se acorta y se ve la señal que marca el índice, y sea ésta p''. La diferencia $p'' - p'$ es lo que ha perdido de peso el cuerpo al ser introducido en el agua. Luego el peso específico del mineral será $D = \frac{p - p'}{p'' - p'}$. La corrección de temperatura se hace igual que en el caso anterior.

Método de Thoulet.—El método de Thoulet tiene por objeto principal separar los minerales constitutivos de las rocas atendiendo a la densidad de los mismos. Y el procedimiento es lógica aplicación del conocimiento de la densidad de los líquidos.

Téngase presente que con este procedimiento sólo puede operarse, como luego veremos, con cuerpos cuya densidad no sea superior a 3.

Sea una roca compuesta de cuatro minerales que tienen, respectivamente, las densidades siguientes: $1° = 2,1$; $2° = 2,4$; $3° = 2,6$; $4° = 2,8$. Se tritura bien la roca con objeto de que los cuatro minerales se separen. Si esta roca triturada se echa en un tubo con un líquido que tenga de densidad 2,7, y no ejerza acción química sobre ellos, el mineral núm. 4, que tiene densidad 2,8, como más pesado se irá al fondo, y los minerales 1°, 2° y 3° flotarán. El mineral 4° queda separado. Si al líquido donde flotan los minerales 1°, 2° y 3° se agrega agua hasta que tenga densidad 2,5, entonces el mineral 3° se irá al fondo porque su densidad es 2,6; los minerales 1° y 2° quedarán flotando. Y, finalmente, si se agrega al líquido agua hasta que tenga 2,3 de densidad, el mineral 2° se irá al fondo porque su densidad es 2,4, y el mineral 1° flotará porque su densidad es 2,1.

El *líquido de Thoulet* se prepara disolviendo alternativamente en agua destilada ioduro potásico y ioduro mercúrico rojo y cristalizado hasta completa saturación en frío. El líquido saturado se deja reposar veinticuatro horas; se habrán formado unas agujas cristalinas que luego se separan por decantación, y mejor aún por filtración. Resulta un líquido amarillento, diáfano y muy refringente, cuya densidad es 2,77 a 15° c.

La densidad del *líquido Thoulet* se disminuye gradualmente agregando agua destilada.

Para separar los minerales integrantes de una roca se tri-

tura hasta que, apreciados los diminutos fragmentos con la lente, los pedazos sean homogéneos, es decir, correspondan a un determinado mineral. Se escogen e introducen en un tubo de vidrio abierto por los dos extremos, pero que uno de ellos termina en punta capilar, lo suficiente para que impida salir los fragmentos minerales y deje entrar el líquido. Se va introduciendo el tubo en los frascos con líquidos de densidad conocida; así se ve los trozos que flotan, y, por lo tanto, se determina la densidad de éstos.

Si se quiere analizar la roca triturada se hace uso del aparato de Thoulet, que consiste en un tubo dividido en 100 c. c. sujeto al soporte; en la parte superior se adapta un tapón de caucho atravesado por un tubo de vidrio con tubo de goma. La parte inferior del tubo graduado se estrecha y lleva una llave de paso que pone en comunicación con otro tubo más delgado, del cual arranca un tubito que va hacia la parte superior, alcanzando determinada altura y en cuya rama libre se adapta una goma. El tubo inferior tiene una llave y termina en bisel.

Para proceder con este aparato se cierran las llaves inferiores y se introduce en el tubo graduado 60 c. c. de líquido Thoulet, y luego un gramo de roca bien pulverizada. Se adapta el tapón de caucho y se enlaza el tubo superior de goma con la trompa; se hace el vacío con objeto de echar fuera el aire que esté adherido al polvo de la roca. En seguida los minerales densos van al fondo, que se separan abriendo la llave superior del aparato y quedan sobre la llave inferior, que al abrir ésta caerá el polvo sedimentado en el vaso puesto debajo del tubo biselado.

Una vez separado de la mezcla el mineral más denso se agrega al líquido Thoulet, que está en el tubo graduado, la cantidad de agua destilada que marque la fórmula para disminuir la densidad a cierto número. Se inyecta aire por el tubo lateral para mezclar bien el líquido y luego se deja en reposo; el mineral más denso irá al fondo y se separa como en el caso anterior.

Diluyendo el líquido para rebajar la densidad se irán separando todos los minerales.

El procedimiento de Thoulet es muy sensible y preciso, precisión que se acusa por el cambio de densidad del líquido con sólo haya un grado de variación en la temperatura.

Estructura.—La manera como están agregadas las partículas minerales para constituir el sólido es lo que se llama *estructura*. Se refiere, pues, a la forma interna de los minerales.

La estructura depende del modo como están dispuestas las partículas minerales; de aquí se deduce la existencia de tres tipos de estructura o estructuras fundamentales:

1.ª *Fibrosa*, cuando las partículas se disponen según una línea.

2.ª *Hojosa*, cuando se disponen según un plano.

3.ª *Granosa*, si las partículas se colocan según varios planos.

A estos tipos, y según sus significados, se refieren las estructuras *bacilar*, *capilar*, *radiada*, *escamosa*, *foliácea*, *sacaroidea*, etc., etc.

La estructura *compacta* se refiere a la fibrosa, hojosa o granosa, pero de fibra, hoja o grano muy fino, y que estando muy apretadas las partículas, el mineral es susceptible de adquirir pulimento.

Dureza.—Es la resistencia que oponen los cuerpos a ser rayados por otros.

Antiguamente—y aun ahora, cuando la determinación no exige gran cuidado — se determinaba la dureza rayando los minerales con la uña, navaja o lima de acero.

Mohs formó la escala de diez términos, constituída por minerales de dureza tipo.

1.° Talco.	5.° Apatito.	8.° Topacio.
2.° Yeso.	6.° Ortosa.	9.° Zafiro.
3.° Caliza.	7.° Cuarzo.	10.° Diamante.
4.° Fluorita.		

El mineral que se deja rayar por la ortosa, pero no por el apatito, tendrá una dureza comprendida entre los términos 5 y 6, y su dureza se expresará 5,5. Cuando el mineral que se ensaya es granoso o se deja separar fácilmente en partículas, debe ensayarse la dureza frotándolo con el mineral de la escala; de esa manera no ha lugar a errores que son muy frecuentes.

La escala de Mohs no es, regularmente, gradual; hay bastante diferencia entre los primeros términos, pequeña entre los términos medios, y muy grande entre el diamante y el zafiro, pero es de gran utilidad práctica.

Para hacer determinaciones sensibles de dureza se emplea un aparato llamado *esclerómetro* (fig. 41). Consiste en una plataforma sostenida por pies con tornillos de nivelación. En uno de los extremos de la plataforma hay un pie vertical; en él se articula un vástago horizontal que lleva en uno de sus extremos el tornillo de fijación, donde se coloca una aguja

de acero. En la plataforma hay unos rieles por donde corre el carrito con un cordón de seda que pasa por la garganta de la polea y termina en un platillo. Sobre la plataforma

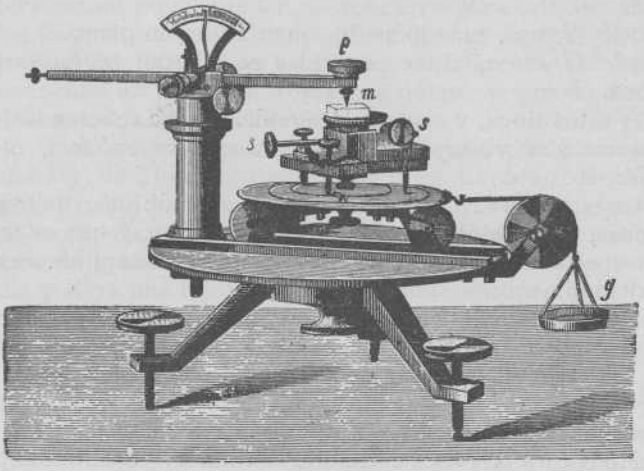


Fig. 41

del carrito va el aparato de centraje con tornillos de nivelación; en este aparato se coloca el cristal de manera que la cara que va a ensayarse esté horizontal.

Para proceder con el aparato, una vez nivelado y bien centrado el cristal, se hace que la punta de acero comprima la cara del ensayo; luego se van colocando pesas conocidas en el platillo hasta que el carrito avance, lo que demuestra que se ha rayado la cara. Las pesas colocadas en el platillo nos da la dureza del mineral.

Experiencias de Exner.—Exner, lo mismo que Franz, Seebeck, Pekarek y otros, han hecho muchos ensayos con el *esclerómetro*, y de estos estudios se ha deducido los siguientes principios:

1.° Toda cara paralela a las direcciones de exfoliación muestra igual dureza sea cualquiera el sentido en que se haga la raya.

2.° Una cara normal a las direcciones de exfoliación presenta máximum de dureza cuando la raya se hace en sentido perpendicular a la exfoliación, y mínimum si la raya va en dirección paralela.

3.° Las caras oblicuas a las direcciones de exfoliación

tienen diferente dureza en la misma raya: máximum cuando la aguja va de ángulo obtuso a ángulo agudo, y mínimum en sentido inverso.

Pfaff ideó un aparato perforador llamado *mesoscleróme-tro*, con el que se determina la dureza, atendiendo al número de rotaciones necesarias para hacer un taladro de profundidad tipo. Es poco práctico.

Exfoliación.—Tienen muchos cristales la propiedad de henderse, según determinados planos o direcciones, que suelen ser características de las especies minerales. A esta propiedad se llama *exfoliación*. Los planos de exfoliación son paralelos a caras existentes o posibles en el cristal.

Hay cristales fácilmente exfoliables (yeso, mica, galena, calcita, grafito, etc.), y otros difícilmente exfoliables (granates, cuarzo, vesubiana, etc.).

Exfoliando los minerales llegan a obtenerse unas formas cerradas que se llaman *sólidos de exfoliación;* esto puede comprobarse en la galena, blenda, calcita, etc ; pero otros minerales, por exfoliación, no dan formas cerradas, siendo buen ejemplo las micas, que siempre producen láminas de exfoliación o formas abiertas.

Fractura.—Se refiere al aspecto de las superficies después de roto el mineral. Es carácter muy práctico que pone de manifiesto la estructura del cuerpo; a veces los minerales se rompen según planos de exfoliación; pero esas superficies no deben confundirse con las que comúnmente se llaman de fractura, pues éstas son superficies irregulares, y las de exfoliación son planas.

La fractura puede ser *astillosa, ganchuda, concoidea, terrosa, irregular*, etc. La fractura *astillosa* es cuando — como en el pedernal— en las superficies rotas aparecen astillas más o menos adheridas a la masa. Fractura *ganchuda,* cuando quedan puntas o ganchos; esta fractura la presentan todos los minerales maleables. Se llama *concoidea* si las superficies son lisas, cóncavas o convexas, simulando la parte interna o externa de una concha; fractura concoidea es propia de minerales muy compactos. La fractura *terrosa* es la que presenta la creta, y cuando la superficie de fractura no puede referirse a ninguna forma determinada se llama *irregular.*

Figuras y maclas por compresión.—Cuando se comprimen bruscamente las caras de ciertos cristales con una aguja o tornillo de presión, aparecen grietas regularmente dispuestas que no coinciden con las direcciones de exfoliación; las figuras que se forman se denominan *figuras de percusión.* Si sobre la aguja colocada verticalmente, y tocando

en un punto céntrico de una lámina de mica se da un golpecito con un martillo, aparecerá la figura de percusión, constituída por tres hendeduras rectas y cruzadas, simulando estrella de seis radios; una resquebrajadura es paralela al plano de simetría, y los otros dos corresponden a caras de la zona 001 : 110. Si la lámina de mica se comprime con una punta obtusa—experiencia de Bauer—la figura que se forma se diferencia de la de percusión en que las resquebrajaduras han girado 30°. Si la compresión se hace en la cara de un cubo de sal común aparecen las líneas cruzadas, cada una de las cuales une los ángulos opuestos de la cara.

Mediante la compresión se obtienen *maclas* en virtud del desplazamiento de las partículas cristalinas. Si sobre la arista obtusa del romboedro, obtenido por exfoliación del espato calizo, se ejerce una presión gradual con la navaja, se ve que la navaja penetra fácilmente y hacia la derecha se desliza un trozo romboédrico hasta constituir la macla (fig. 42). El plano de la macla es llamado por Reusch *plano de deslizamiento.*

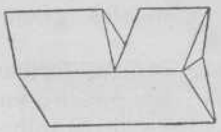


Fig. 42

Figuras de corrosión.—Cuando se someten las caras de los cristales a la acción de ciertos reactivos químicos, se producen concavidades de forma especial, resultado de la acción corrosiva del reactivo sobre la materia mineral ensayada; esas figuras se llaman *figuras de corrosion.*

Las figuras de corrosión son de capital importancia, pues ponen al descubierto la simetría, meriedria y hemimorfismo de los cristales; como ordinariamente las figuras son muy pequeñas, hay que observarlas al microscopio. Hay que suponer—y la suposición es lógica—que las paredes de las figuras de corrosión corresponden a planos reticulares del cristal, y son superficies de igual resistencia a la acción química de los reactivos.

Baumhauer, y también Rose y Leydolt, se han ocupado de estos estudios, observando directamente con el microscopio las figuras o reproduciéndolas modeladas con colodium o gelatina.

Si se corroe la base de una lámina de moscovita con ácido fluorhídrico, se observan figuras de corrosión monosimétricas.

La corrosión con ácido fluorhídrico de los cristales de cuarzo muestran figuras que corresponden a la antítesis de los dos romboedros, directo e inverso.

Inclusiones.—Las materias minerales, al cristalizar, con

frecuencia apresan cuerpos extraños, sólidos, líquidos o gaseosos que constituyen *inclusiones*. Unas inclusiones son grandes, visibles a simple vista *(macroscópicas)*, y otras para observarlas es menester recurrir al microscopio *(microscópicas)*. Según la disposición que guarden dentro del cristal, se dividen en *regulares* e *irregulares*: regulares, cuando se disponen de modo simétrico, e irregulares si la colocación del cuerpo o cuerpos incluídos no obedece a leyes determinadas de simetría.

Pocos son los cristales libres de inclusiones, y esto no tiene nada de particular conociendo el mecanismo y condiciones diversísimas en que se verifica la cristalización de los minerales en la Naturaleza.

Inclusiones sólidas.—Son muy frecuentes, ya regulares o irregulares. El cuarzo es uno de los minerales más ricos en inclusiones, encontrándose en la masa del mineral agujas de rutilo, láminas de mica, fibras de amianto, etc. Tan grande es a veces la cantidad de materia incluída que modifica la coloración propia del mineral; así, la ortosa tiene a veces color verde por el crecido número de laminillas de clorita incluídas; la estilbita es con frecuencia roja, debido a inclusiones de oligisto.

Los cristales incluídos, cuando se diferencian bien al microscopio, reciben el nombre de *microlitos;* si son difíciles de diferenciar morfológicamente, se llaman *micromorfitos*. Inclusiones de microlitos de magnetita y augita son frecuentes en la leucita, formando zonas concéntricas (fig. 43). Una inclusión muy curiosa es la de sal gema cristalizada en cuarzo; el cristal cúbico de sal está rodeado de una gota de agua; cuando se calienta el cuarzo, la sal se disuelve en el agua y por enfriamiento vuelve a reaparecer el cristal.

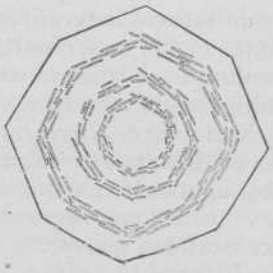


Fig. 43

Inclusiones líquidas.—Los líquidos incluídos corresponden con frecuencia al agua madre de cristalización del mineral; por eso, es general que la inclusión líquida sea agua y disoluciones acuosas, donde es común hallar por medio del análisis cloro y fluor, quizá el estado de cloruros y fluoruros alcalinos. También se conocen casos de inclusiones de ácido carbónico liquidado por la fuerte presión a que se encuentra sometido.

En las inclusiones líquidas es frecuente observar burbu-

jitas microscópicas (1 ó 2 micras de dimensión) de gases, los cuales se hallan animados de cierta especie de movimiento browniano.

Inclusiones gaseosas.—Las inclusiones gaseosas son de aire, ácido carbónico, metano, nitrógeno, etc., pudiendo ser macroscópicas y microscópicas. La inclusión gaseosa, vista al microscopio, aparece rodeada de una faja obscura que depende de la gran diferencia de refrangibilidad que hay entre la materia del mineral y la inclusión.

ÓPTICA MINERAL

Se sabe por la Física que la luz es un modo de vibración del éter. La luz blanca se descompone en los colores elementales del espectro, cada uno de ellos representantes de vibraciones de diversa longitud de onda, siendo las más cortas las del rayo violeta, y las más largas las del rayo rojo.

La luz se propaga en línea recta; las vibraciones de las moléculas etéreas son verticales a la dirección de propagación. La velocidad de propagación es enorme (se calcula en 300.330 kilómetros por segundo); sin embargo, no es la misma para todos los cuerpos, dependiendo de la densidad y relaciones que tengan entre sí las moléculas etéreas dentro de un espacio determinado. Así, por ejemplo, en un cuerpo donde el éter esté repartido uniformemente, que en cualquier punto que se considere tenga la misma densidad, los rayos luminosos lo atravesarán en todas direcciones con igual velocidad *(cuerpos isótropos)*; por el contrario, si la densidad etérea es distinta en puntos diferentes del mismo espacio, los rayos luminosos que marchen por las partes densas retrasarán la velocidad con respecto a los que vayan por los sitios de menor densidad *(cuerpos anisótropos)*.

Elipsoide óptico.—En la masa homogénea o en un cristal regular, el éter se halla repartido uniformemente; la densidad es la misma en todos los puntos de esos espacios, las vibraciones serán de igual amplitud ondulatoria e igual la duración de las vibraciones. Encontrando igual resistencia en todos sentidos se comprenderá que, cuando la molécula etérea entre en vibración, todas las del sistema, las del espacio isótropo, vibrarán con igual amplitud y velocidad y la figura que se engendra es una esfera.

Hay cristales (exagonales y tetragonales) en los que el éter está repartido según dos direcciones de densidad extre-

ma: una de máxima elasticidad, donde el éter está como comprimido, y otra de mínima elasticidad, en cuya dirección el éter se halla dilatado, menos denso. Las dos direcciones, máxima y mínima, pueden representarse por dos líneas verticales entre sí, cruzadas en el centro del cristal. Los puntos comprendidos entre las dos direcciones extremas son de elasticidad intermedia, mayor o menor, según la aproximación a las dos direcciones de máxima o mínima; de modo que las moléculas intermedias están influídas por un par de fuerzas representadas por las dos direcciones indicadas. Cuando entran en vibración las moléculas, la amplitud ondulatoria es distinta, mayor en la dirección de mínima elasticidad y menor en la dirección de máxima; por lo mismo la onda será elíptica; la figura que se engendra en un momento dado, es el *elipsoide de dos ejes,* uno largo o *eje de mínima elasticidad,* y otro corto o *eje de máxima elasticidad.* El elipsoide formado es de revolución y gira alrededor del eje de mayor simetría.

En los cristales rómbicos, monoclínicos y triclínicos, el éter se halla repartido según tres direcciones: una de máxima, otra de media y otra de mínima elasticidad. Las vibraciones moleculares etéreas tendrán amplitud distinta según esas tres direcciones; la figura que se forma es un *elipsoide de tres ejes:* uno de *máxima elasticidad,* que es el más corto; otro de *mínima,* el más largo; y otro de *media elasticidad,* de longitud intermedia. Los ejes del elipsoide son determinados en los cristales rómbicos; en el monoclínico un eje se halla determinado por el de simetría, y otro yace en el plano de simetría; el elipsoide en los cristales triclínicos, es de tres ejes indeterminados, por no existir ninguno de simetría.

Reflexión de la luz.—Cuando el rayo luminoso cae oblicuamente sobre una superficie brillante, sufre una especie de choque y retrocede según las leyes fundamentales de la catóptrica, o sean: 1.ª, el ángulo de incidencia y reflexión son iguales; 2.ª, los dos ángulos están colocados en el mismo plano normal a la superficie de incidencia. Se sabe por Física que el ángulo de incidencia es el formado por el rayo incidente y la normal a la superficie de incidencia; el ángulo de reflexión lo forma la normal y el rayo reflejado.

Son curiosas ciertas figuras o imágenes que se producen en algunos cristales si sobre sus caras se hacen incidir los rayos luminosos; esas figuras de reflexión se producen cuando las caras tienen estrías o corrosiones que hacen cambiar el plano de incidencia. Se forman estrellas de conformación variable, según las especies minerales; las caras rom-

boédricas del cuarzo, corroídas con ácido fluorhídrico, dan por reflexión una imagen alargada distinta, según sea positivo o negativo. La baritina, mica, calcita y otros minerales producen en las caras corroídas, figuras de reflexión semejantes a estrellas, de radios y conformación distinta, según las especies.

Asterismo.—El asterismo deriva de modificaciones estructurales y presencia de cuerpos extraños en el interior de ciertos minerales, y puede considerarse como figuras de reflexión. Si a través de la lámina de zafiro, tallada normalmente al eje senario, se mira una luz muy brillante, aparece una estrella exarradiada; a este fenómeno se denomina *asterismo*. Según Tschemak, el zafiro presenta el asterismo, por la reflexión de la luz sobre resquebrajaduras o diminutos tubos paralelos a las caras posibles del prisma exagonal.

G. Rose observó el asterismo en una mica del Canadá, mirando la luz a través de una lámina desprendida según la base; esto lo explicaba por reflexiones de la luz en diminutas inclusiones de distena que yacían en la mica, dispuestas de tal modo, que se cortan formando ángulos de 30°.

Irisaciones.—Son muchos los minerales que presentan cambiantes de luz o irisaciones muy curiosas, fenómeno que depende también de la reflexión de la luz. El oligisto cristalizado de la isla de Elba, el hierro pardo irisado, algunos ejemplares de galena, bismuto, antracita, etc., muestran irisaciones o reflejos tornasolados muy vivos, que les hace ser ejemplares elegantes y vistosos. El ópalo noble muestra hermosos cambiantes nacarados, debidos a resquebrajaduras o poros existentes en la masa; el cambiante rojo del ópalo de fuego tiene la misma explicación. Las pequeñas irisaciones del cuarzo venturina son debidas a inclusiones de mica y oligisto. Hay casos en que los naturalistas se hallan disconformes en la explicación del fenómeno; por ejemplo, las irisaciones de la labradorita de las costas del Labrador las hace derivar Bousdorf, suponiendo que en el mineral existen inclusiones de cuarzo; Brewster lo atribuye a la existencia de poros cuadrangulares paralelos los unos a los otros; y Vogelsang dice que los destellos rojos y amarillentos reconocen origen distinto al del cambiante azul; aquéllos son debidos—según Vogelsang—a inclusiones de dialaga, y el azul a un fenómeno de polarización luminosa, y de la combinación de estos tres colores resultan los destellos violetas y verdes.

Brillo.—El brillo o lustre de los minerales resulta de la reflexión de la luz en la superficie y en el interior del mine-

ral; es, pues, la resultante de la acción combinada de la reflexión sencilla y la reflexión en el interior, donde la luz necesariamente sufre otras modificaciones.

El brillo se denomina según el que presenta un tipo conocido y bien diferenciado; así se llama *vítreo*, el que muestra el vidrio ordinario, cuarzo, etc.; *adamantino*, el del diamante; *sedoso*, la seda, amianto; *anacarado*, el nácar, mica, etcétera; *craso*, las grasas, el azufre en las superficies de fractura; *resinoso*, las resinas, el cuarzo resinita; *metálico*, el oro, pirita, etc., etc.

Color.—Cuando la luz llega a la superficie de un mineral, los rayos elementales sufren modificaciones distintas, teniendo lugar ciertas absorciones que alteran la constitución de la luz blanca. Ya hemos dicho que los rayos del espectro tienen diferente longitud de onda, y que de la suma de todos los rayos elementales resulta la luz blanca. La absorción total de los rayos elementales es carencia de color; los minerales que tienen esa propiedad, resultan negros. Si la absorción es nula o casi nula, los cuerpos son blancos. Si el mineral es transparente, y la luz transmitida por el interior de la masa es—salvo el retardo de velocidad—de la misma o parecida constitución que la incidente, la substancia resulta incolora. Por último, de la absorción de ciertos rayos elementales aparecen los distintos colores del espectro; por ejemplo, si se analiza la luz que ha atravesado un vidrio azul de cobalto, se verá que, a excepción de las radiaciones azules y rojas, todas las demás están notablemente aminoradas.

El color puede depender de la constitución de la substancia (colores propios) o de substancias interpuestas en la masa del mineral (colores accidentales). Por otra parte, hay minerales (cobre, oro, azurita, malaquita, cinabrio, etc) que siempre tienen el mismo color, y son los llamados *idiocromáticos*, mientras que otros minerales (cuarzo, berilo, fluorina, etc., etcétera) presentan colores variables, y se denominan *alocromáticos*, dependiendo esto, principalmente, de la diversidad de las materias colorantes.

Si se raya o pulveriza un mineral, suele a veces mostrar color distinto al que naturalmente presenta; el oligisto, limonita, cinabrio, blenda, etc., etc., son excelentes ejemplos de este caso.

No siempre el color accidental de los minerales depende de materias inorgánicas; casos hay—la sal común y quizá la thenardita—en que el color azul que a veces presentan es debido a materias orgánicas, producidas por micro-organismos cromógenos.

El color es carácter muy notable que debe tenerse siempre en cuenta para la determinación de los minerales.

Refracción de la luz.—Al atravesar los rayos luminosos oblicuamente medios de diferente densidad, modifican la velocidad y la dirección. Ese cambio de velocidad y dirección es lo que se llama *refracción de la luz;* el tratado de estos fenómenos se estudia en Física con el nombre de *dióptrica.*

La refracción puede ser sencilla o doble: es *sencilla* cuando el rayo luminoso no se bifurca; y *doble* si se divide en dos, un rayo ordinario y otro extraordinario; este último no sigue la leyes de Descartes.

Las leyes de la refracción de la luz fueron descubiertas experimentalmente por Descartes, y son las siguientes: 1.ª, el seno del ángulo de incidencia y el de refracción conservan, para la misma substancia, una relación constante que se llama *índice de refracción;* $n = \frac{\text{sen } i}{\text{sen } r}$; 2.ª, el ángulo de incidencia y el de refracción están en el mismo plano.

Es el aire un medio de poca densidad etérea, y por lo mismo los rayos luminosos vienen propagándose con gran intensidad; al penetrar en los minerales—medios de gran densidad—se aminora la intensidad, hasta el punto muchas veces que las vibraciones quedan totalmente absorbidas; cuando esto ocurre, los minerales son *opacos;* si la absorción es pequeña, de manera que a través del mineral puede verse los objetos, se denominan *transparentes.* Hay casos en los cuales los cuerpos dejan atravesar la luz, pero no se ven a través suyo los objetos, y entonces se llaman *translucientes;* este fenómeno es debido a la refracción difusa; es decir, que las partículas, estando diferentemente orientadas, refractan por separado la luz, según las leyes indicadas; pero la resultante es carencia de haz definido.

Índice de refracción.—La relación constante que hay—para la misma substancia y el mismo rayo—entre el seno del ángulo de incidencia y el de refracción, se conoce con el nombre de *índice de refracción*, y se representa por la fórmula general $n = \frac{\text{sen } i}{\text{sen } r}$; n es el índice de refracción, i el ángulo de incidencia, y r el ángulo de refracción.

Varios son los procedimientos seguidos para determinar el índice de refracción de las substancias; de ellos, los usuales son el de la *desviación mínima* y el del *refractómetro,* los cuales se estudian en Técnica física; el más usado en los Labora-

torios de Mineralogía es el del refractómetro, por ser el más práctico y sencillo.

Procedimiento del refractómetro.—Está fundado en la reflexión total. Consiste el refractómetro en un sistema de dos prismas triangulares o cuñas, superpuestos, formando un conjunto rectangular; este sistema se mueve por intermedio de la palanca o alidada, cuyo extremo superior recorre un arco graduado. Hay un anteojo y un aparato o tambor destinado a acromatizar la luz. Para operar con este sencillo aparato, se talla en el mineral transparente, cuyo índice va a determinarse, una cara plana y bien pulimentada. Se coloca horizontal la superficie rectangular del sistema del prisma, y se quita la cuña, que no está unida al aparato. Se humedece con monobromuro de naftalina ($n = 1.66$) la superficie tallada y se coloca sobre la cuña fija, de manera que, entre la superficie de ésta y la del ensayo, haya una capa homogénea de monobromuro, lo suficiente para que la placa no se caiga al disponer el aparato para la medición.

La luz penetra por la superficie mate donde se quitó la cuña o portezuela, se refleja sobre el mineral que se ensaya—en la cara pulimentada—y penetra por el anteojo. Ahora no hay más que girar la alidada hasta que, mirado el campo del anteojo, aparezcan iluminado y en sombra las dos mitades separadas por el hilo del retículo. Para que esto ocurra hay que acromatizar bien el límite, dato interesantísimo en esta manipulación. Conseguida la limitación de campos, se ve los grados que marca la alidada, que indica el valor de n. Los refractómetros corrientes dan la tercera cifra decimal y la cuarta por aproximación.

Los índices de refracción en los cristales birrefringentes, han de ser diferentes según las direcciones marcadas por los ejes del elipsoide; por tal razón se designan por n_g, n_m, n_p, los índices principales.

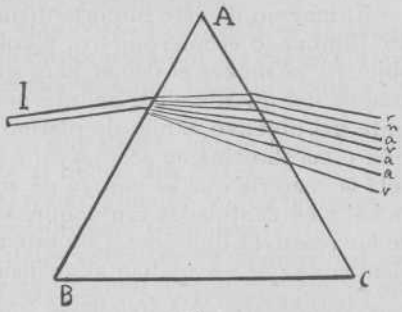


Fig. 44

Dispersión de la luz.—Si se hace llegar un rayo de luz blanca a la cara del prisma (figura 44), el rayo luminoso se descompone en los siete rayos elementales, *rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil* y *violado*, del espectro luminoso; este fenómeno se llama

dispersión de la luz. De todos los rayos elementales, el menos refringente es el rojo, el más refringente el violeta. Los rayos térmicos y químicos que acompañan a la luz blanca, también quedan separados; por encima del rojo los térmicos, por debajo del violeta los químicos o ultraviolados.

Téngase esto presente para la conservación de las materias medicinales que se alteran por la acción química de los rayos luminosos; el color violeta es el de mayor energía química, el menor el rojo; por esta razón los frascos o papeles que contienen o envuelven las substancias alterables con la luz, deben tener color rojo.

Análisis espectral.—Hemos visto que la luz solar al atravesar el prisma se descompone y produce el espectro constituído por los colores elementales. Estudiando el espectro se descubren rayas obscuras de grosor distinto, llamadas *rayas del espectro,* y son representantes de vibraciones absorbidas; estas rayas ocupan siempre la misma posición.

Se demuestra por la experiencia que la luz de una bujía o del mechero Bunsen, produce un espectro continuo sin rayas como las que aparecen en el espectro solar Si en la llama se interponen metales (*Ka, Na, Li, Ca, Sr,* etc., et.), sus vapores hacen aparecer rayas brillantes, de color, número y disposición variable, según el metal que se ensaya, produciendo espectros característicos.

Espectroscopio.—Consiste en un prisma colocado en la posición de la desviación mínima. Un objetivo con diafragma y dos lentes que hacen paralelos los rayos. El prisma está protegido por un tambor metálico ennegrecido en la superficie interna, provisto de tres aberturas que corresponden a los tres anteojos.

El manejo de este importantísimo aparato es muy sencillo. Iluminado el micrómetro, y colocada la llama delante del objetivo, se mueve el ocular para que coincidan espectro y la imagen del micrómetro. Se interpone en la llama que está delante del objetivo el hilo de platino impregnado de la disolución o substancia que se ensaya, y se ve el espectro; éste revela la materia que se ensaya de manera franca, aun cuando se halle en cantidades tan pequeñas que escapen a la acción de los reactivos químicos. Con este aparato se han descubierto elementos que escapaban al análisis químico.

Fosforescencia y fluorescencia.—Algunos minerales tienen la propiedad de emitir ráfagas luminosas en la obscuridad; este fenómeno se llama *fosforescencia.* La fosforescencia se produce cuando los cuerpos que tienen esta propiedad han sido excitados anteriormente, restregándolos, sometién-

dolos a la acción directa de los rayos solares, o bien calentándolos o excitándolos por la acción de los rayos catódicos.

Se explica la fosforescencia suponiendo que el cuerpo absorbió y acumuló fuerza viva de vibraciones recibidas; esa fuerza almacenada la devuelve luego el cuerpo en vibraciones de menor longitud de onda, en rayos de menor refrangibilidad.

La *fosforita*, espolvoreada sobre las ascuas, produce fosforescencia verdosa; el *diamante* fosforece exponiéndole antes a la acción directa de los rayos solares; el *cuarzo*, la *blenda* y *dolomitas* de Kapnic producen el fenómeno cuando se las raspa o rompe.

La *fluorescencia* reconoce el mismo fundamento que la fosforescencia; el fenómeno de la fluorescencia es más rápido, tanto que las ráfagas luminosas desaparecen en seguida que termina la acción productora. Algunas *fluoritas* dicroicas, heridas en la cámara obscura por un rayo de luz solar, muestran hermosa fluorescencia azul.

Cristales isótropos y anisótropos.— En los cristales *isótropos* o monorrefringentes, el eter se halla distribuído con uniformidad por toda la masa; por lo mismo, cuando un rayo luminoso cae oblicuamente sobre la cara de un medio transparente isótropo, cambia de dirección y se refracta según las leyes de la refracción sencilla. Son isótropos todos los cristales del sistema regular.

En los cristales *anisótropos* o birrefringentes, como el éter está distribuído según direcciones marcadas por los ejes del elipsoide, el rayo luminoso que incide se bifurca; es decir, sufre la refracción doble, produciendo un rayo ordinario y otro extraordinario. Son anisótropos los cristales triclínicos, monoclínicos, rómbicos, tetragonales y exagonales.

Cristales uniáxicos y biáxicos.— Los cristales anisótropos o birrefringentes tienen direcciones por las cuales el rayo luminoso sufre sólo la refracción sencilla. Esas direcciones reciben el nombre de *ejes opticos*.

Los cristales anisótropos, que tienen un eje óptico, reciben el nombre de *uniáxicos;* si tienen dos, *biáxicos*. Son anisótropos uniáxicos los cristales exagonales y tetragonales, y biáxicos los rómbicos, monoclínicos y triclínicos.

El eje óptico de los cristales uniáxicos es siempre eje de elasticidad del elipsoide de revolución, y coincide con el eje de simetría senaria (cristales exagonales) o cuaternaria (tetragonales) de las formas holoédricas.

Los ejes ópticos de los cristales biáxicos se cruzan en el centro de coordenadas, produciendo cuatro ángulos, iguales dos a dos, por opuestos por el vértice. La bisectriz de los án-

los agudos es la *bisectriz aguda*, y es siempre uno de los ejes del elipsoide.

Determinación del valor del ángulo de los ejes ópticos.—Hemos dicho anteriormente que los ejes ópticos—cristales biáxicos—se cruzan en el centro de coordenadas (fig. 45), formando cuatro ángulos: dos agudos iguales por opuestos por el vértice y dos obtusos, también iguales por análoga razón; determinando el valor de un ángulo agudo queda determinado el obtuso, y, por lo tanto, los opuestos.

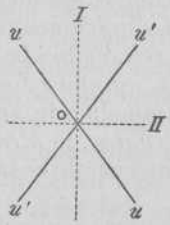


Fig. 45

Consta el aparato ideado por von Lang, de un soporte (fig. 46) con dos ramas verticales, en las que se dispone el conoscopio; es decir, un objetivo con polarizador, y un ocular con retículo y analizador. Unida a las partes terminales superiores de las ramas del soporte,

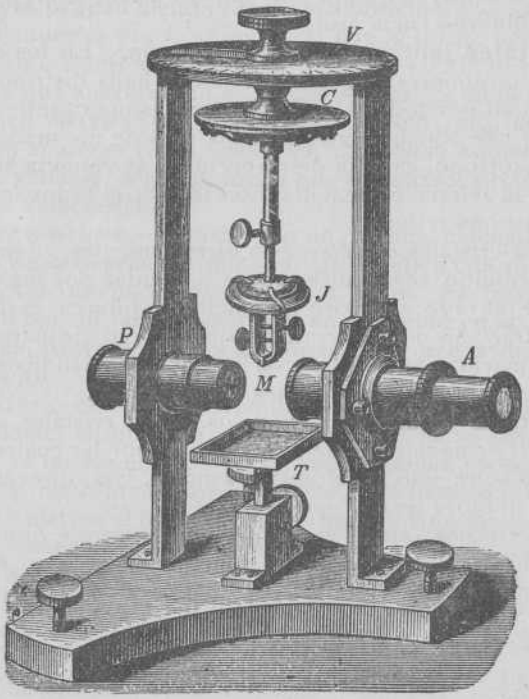


Fig. 46

hay una platina dividida en 360°. Está atravesada la platina por un vástago vertical, que lleva en la parte superior la alidada con vernier que marca los grados de la platina, y en la parte inferior una pinza donde se coloca la lámina que va a ensayarse.

Para operar con este aparato se procede de la siguiente manera: La lámina biáxica, tallada normalmente a la bisectriz aguda, se coloca en la pinza; el analizador y el polarizador estarán formando—sus secciones principales—ángulo de 45°. Aparecerá la figura de interferencia biáxica con las ramas de hipérbola, atravesando los ejes ópticos. Se hace girar la pinza con la lámina, y, naturalmente, con ella la alidada, hasta que el retículo del ocular coincida con un eje óptico. Se ve el grado que marca la alidada, y sea, por ejemplo, 7°, 5′. Luego se hace girar la pinza hasta que el retículo coincida con el otro eje óptico. Supongamos que ahora marca la alidada 60°; luego el ángulo aparente es de 52°,55′.

El ángulo real se determina por la siguiente fórmula: sen $V = \frac{1}{\beta}$ sen E'; V es la mitad del ángulo real; E' mitad del ángulo aparente, y β el índice de refracción.

Ocurre a veces que el ángulo es muy grande, y en la figura de interferencia no aparecen los ejes ópticos, entonces se determina el valor del ángulo estando la placa sumergida en aceite.

La fórmula es, en este caso, sen $V = \frac{n}{\beta}$ sen H; n es el índice de refracción del aceite, y H mitad del ángulo aparente en el aceite.

En las obras de Mineralogía se designa con 2 V el valor del ángulo real; 2 E, valor del ángulo en el aire; y 2 H, valor del ángulo en el aceite. Los índices del aceite empleado son: 1,466 (r.); 1,468 (amar.); 1,4705 (ver). Si el valor angular se representa por 2 I, indica que la medición está hecha en el ioduro de metileno.

Luz polarizada

La luz—hemos dicho—se propaga en ondas; la luz ordinaria vibra en todas direcciones. La *luz polarizada* es aquella que vibra en una sola dirección.

La diferencia entre luz natural y polarizada fué expuesta de modo magistral en un artículo de divulgación científica, por don José Echegaray.

«Si se quiere—dice Echegaray—tener una imagen tosca,

BIBLIOTECA
DEL
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

vulgar, prosaica, pero exactísima de lo que es un rayo de luz natural, imaginémonos un cepillo más o menos prolongado, de esos que sirven para limpiar por dentro los tubos de los quinqués, y supongamos que todas las partículas de éter, colocadas en el eje de este estrambótico cepillo, vibran a lo largo de las múltiples cerdas transversales que lo erizan todo alrededor. Estas vibraciones etéreas están constituídas por una serie de planos normales a la dirección del rayo luminoso, las cuales varían constantemente de dirección, velocidad e intensidad.

»En la luz polarizada todas las líneas o direcciones de vibración de las moléculas del éter se han colocado en el mismo plano, y si se nos permite emplear otra imagen tan estrafalaria como la primera, pero tan exacta como ella, diremos que el cepillo cilíndrico se ha convertido en peine plano, y cada una de sus púas indica una línea de vibración.»

Todo plano que pasa por el rayo luminoso polarizado, y es normal a la dirección de vibración, se llama *plano de polarización*. La luz polarizada puede ser *rectilínea*, *elíptica* y *rotatoria* o *circular*.

Luz polarizada rectilínea.—Se refiere a la luz polarizada tal como antes la hemos descrito.

Varios son los procedimientos seguidos para polarizar la luz rectilíneamente; los más generales son las *pinzas de turmalina* y *cristales de Nikol*.

Pinzas de turmalina.—Son unas pinzas de latón, con los extremos arrollados en anillas, donde van dispuestas en rodajas giratorias de corcho las láminas de turmalina talladas normalmente al eje óptico.

Llega el rayo luminoso ordinario o natural a la primera lámina, vibrando en todas direcciones. Por esa lámina atravesarán sólo las vibraciones luminosas, que lo hacen en sentido paralelo al enrejado o direcciones de vibración de la lámina; todas las demás vibraciones quedarán interceptadas. La luz que atravesó la primera lámina va ya polarizada porque vibra en una sola dirección. Llega la luz polarizada a la segunda lámina, a la que está detrás, y como las vibraciones de la luz son paralelas a las direcciones de vibración de ésta, los rayos luminosos la atraviesan. Por eso, cuando se mira a través de las pinzas, estando las direcciones de vibración de las láminas paralelas (fig. 47), se ve claridad *(a)*.

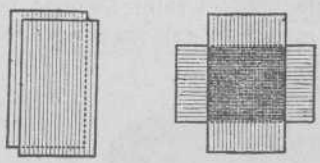


Fig. 47

Pero si las láminas están cruzadas *(b)*, hay obscuridad, porque la luz que se polarizó en la primera lámina queda interceptada en la segunda, debido a que va vibrando en sentido vertical a las direcciones de vibración de ésta.

Una lámina de cristal isótropo, colocada entre las turmalinas cruzadas, no modifica las vibraciones luminosas; por eso hay obscuridad. Si en vez de lámina isótropa corresponde a cristal anisótropo, como éste cambia la vibración, aparecerá luz mostrando figuras de interferencias.

La lámina de turmalina que polariza la luz, se llama *polarizador*, y la próxima al ojo del observador, es el *analizador*.

Prismas de Nikol. — El nikol o prisma de Nikol es un romboedro de espato de Islandia (calcita), cortado según el

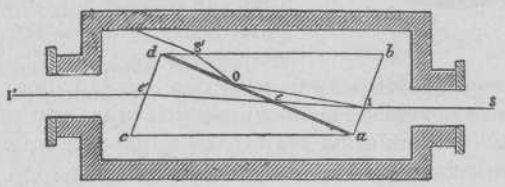


Fig. 48

plano vertical a la sección principal; las dos mitades del romboedro se vuelven a pegar por intermedio de delgada capa de bálsamo del Canadá, de manera que tome la misma forma que tenía antes de cortado. El bálsamo del Canadá tiene un índice de refracción intermedio entre el índice ordinario y extraordinario del espato; el rayo ordinario—a partir de cierta incidencia—sufre la reflexión total al llegar al bálsamo, mientras que el rayo extraordinario atraviesa polarizado rectilíneamente.

El prisma de Nikol fué modificado por Foucault, sustituyendo el bálsamo del Canadá por una capa de aire.

Los nikoles (fig. 48) funcionan como las pinzas de turmalina, y los fenómenos son más francos y acusados; por eso se emplean con ventaja en los aparatos de óptica.

Microscopio petrográfico.—El microscopio petrográfico o polarizante, es un microscopio compuesto, de disposiciones variables en lo accesorio—según las casas constructoras—en los que se adaptan dos nikoles, uno por encima de la platina, superior o inferior al ocular, que se llama *analizador*, y otro en la parte inferior de la platina, que es el que polariza la luz, y por eso se llama *polarizador*. La platina es giratoria en

su propio plano y está dividida en 360°. Para hacer convergente la luz, se coloca una lente acromática de 3,5 centímetros de foco por debajo y cerca del analizador.

Estos microscopios llevan además condensador, diafragma, cuña de cuarzo, mica, $^1/_4$ de onda, ocular con retículo, etc., y otras piezas necesarias para observar ciertos fenómenos.

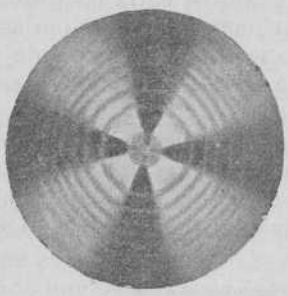


Fig. 49

Para observar los minerales o rocas en el microscopio, es necesario tallarlos en láminas muy delgadas. Para ello se desprende un trocito de mineral de dos o tres centímetros de anchura, y se alisa bien por una de sus caras; por esa cara y mediante bálsamo del Canadá, se pega a un vidrio grueso y plano. Luego se desgasta frotando en los ladrillos de esmeril, comenzando por el más grueso y terminando por el más fino, hasta que la lámina sea tan delgada que, puesta sobre un escrito, a través de ella, se lea y diferencien bien las letras. La lámina, desprendida del vidrio por fusión del bálsamo, se monta sobre el porta-objeto como cualquier preparación microscópica. La operación con todos sus detalles no puede referirse; se aprende con la práctica.

Figuras de interferencia en los cristales Uniáxicos y Biáxicos.—Una lámina de cristal uniáxico, tallada normalmente al eje óptico y colocada entre los nikoles cruzados, produce en luz blanca convergente una figura de interferencia constituída por cruz negra ensanchada en los extremos y atravesada por anillos coloreados (fig. 49). Si los nikoles o turmalinas están paralelos, los colores de los anillos cambian por los complementarios y la cruz negra se hace blanca (fig. 50). Si se emplea luz monocromática, los anillos son alternativamente claros y obscuros, no coloreados.

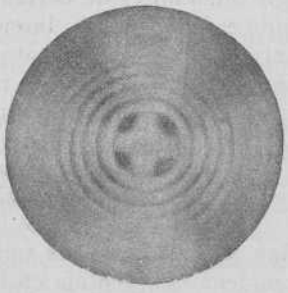


Fig. 50

Una lámina de cristal biáxico, tallada normalmente a la bisectriz aguda, produce en los nikoles o turmalinas cruzados una figura de interferencia constituída por dos series de anillos elípticos y coloreados (lemniscatos), cuyos dos centros

corresponden a las terminaciones de los ejes ópticos y atraviesada toda la figura por cruz negra (fig. 51) ensanchada en los extremos y en el centro de ella. Si el plano de los ejes ópticos forma con las secciones principales de los nikoles ángulo de 45°, la cruz negra se resuelve en dos ramas de hipérbola y cada una cruza un eje óptico (fig. 52). Si el giro es de 90°, la cruz negra se hace blanca y los colores cambian por los complementarios.

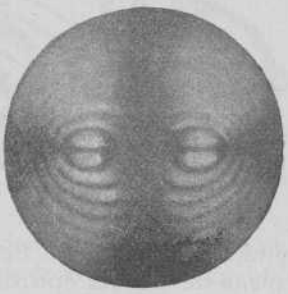


Fig. 51

La *dispersión cromática*, que aparece en las figuras de interferencia de cristales triclínicos, es muy complicada, debido a la falta de simetría de los colores de las curvas isocromáticas. La dispersión en el monoclínico puede ser *inclinada*, *horizontal* y *cruzada;* en la dispersión inclinada—que la presenta el yeso—los colores de los dos sistemas de curvas de los lemniscatos están dispuestos de manera distinta; si en el sistema elíptico de la derecha está el color rojo al interior y el azul al exterior, en el de la izquierda el azul es interior y el rojo el exterior. La ortosa de San Gothardo muestra dispersión horizontal, y en ella los colores de un lemniscato son simétricos con los colores del otro, con respecto al plano de los ejes. En la dispersión cruzada, el centro de simetría de los anillos diversamente coloreados es el punto de intersección de la bisectriz aguda con la superficie de la lámina observada.

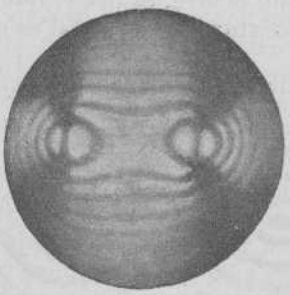


Fig. 52

En el sistema rómbico, los colores están igualmente dispuestos con respecto a la bisectriz aguda.

Signo de los cristales. — Cuando un rayo atraviesa oblicuamente un cristal anisótropo, sufre la doble refracción. La doble refracción puede ser positiva o negativa, y los cristales se llaman positivos o negativos.

Cristales Uniáxicos. — Cuando el eje de mínima elasticidad del elipsoide de revolución coincide con el eje óptico, el

cristal es positivo; si el eje de máxima elasticidad es el eje óptico, el cristal es negativo.

Para determinarlo, se talla una lámina del cristal normalmente al eje óptico, y se observa en el microscopio petrográfico con nikoles cruzados. Aparecerá—en luz convergente—la figura de interferencia uniáxica; se coloca la mica $^1/_4$ de onda en sentido tangencial, que lleva señalada una flecha que marca el plano de los ejes ópticos. La colocación de la mica ya está indicada en el microscopio.

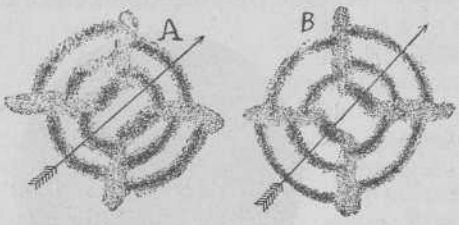


Fig. 53

La figura de interferencia se resuelve en una intermedia entre uniáxica y biáxica, y se observa claramente las dos ramas de hipérbola con sus vértices o puntos grises (fig. 53). Si la flecha es vertical a la línea ideal que une los puntos grises, el cristal es positivo (A); si la flecha es paralela a esa línea ideal, el cristal es negativo (B).

Cristales biáxicos.—La bisectriz de los ángulos agudos o bisectriz aguda es primera mediana y uno de los ejes del elipsoide. Cuando el eje de mínima elasticidad es la bisectriz aguda, el cristal es positivo; si así no ocurre, es decir, que la bisectriz aguda es eje de máxima elasticidad, el cristal es negativo.

Para determinar el signo, se talla la lámina en dirección normal a la bisectriz aguda. Colocada en el microscopio, con nikoles cruzados, aparecerá la figura de interferencia característica. Dispuesta la mica $^1/_4$ de onda como en el caso anterior, la figura se deforma y aparecen los cuadrantes de los lemniscatos condensados y dilatados alternamente.

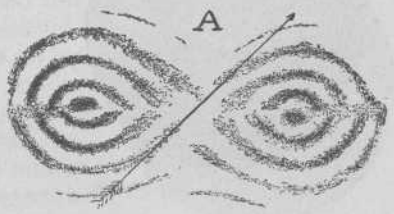


Fig. 51

Si la flecha une los cuadrantes condensados (fig. 54), el cristal es positivo; si une los dilatados (fig. 55), el cristal es negativo.

Polarización rotatoria.—La luz polarizada circular o *rotatoria* es aquella que vibrando en una sola dirección, la

vibración es circular. Según principio deducido por Fresnel, «cuando una vibración rectilínea incidente se deshace en dos componentes rectangulares, con las cuales forman ángulos de 45°, y éstas tienen anomalías que difieren en 90°, dan origen a una vibración circular».

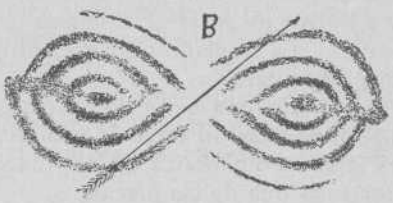


Fig. 55

Cuando el rayo luminoso polarizado rectilíneamente incide sobre un cristal que tiene la propiedad de polarizarlo rotatoriamente, el rayo se descompone en dos que se propagan con diferente velocidad, y cada uno de ellos van poseídos de vibraciones circulares de opuesto sentido. El plano de polarización puede ser desviado a la derecha *(polarización dextrogira)*, o bien hacia la izquierda *(polarización levogira)*. Si el rayo polarizado rectilíneamente atraviesa una lámina de cuarzo dextrogiro, tallada normal al eje óptico, el rayo dextrogiro se propaga con más velocidad que el levogiro, siendo distinto el índice de refracción de los dos rayos.

Fresnel, para demostrar lo antes dicho, hizo la siguiente experiencia: colocó una serie de cristales de cuarzo con los ejes ópticos dispuestos en igual sentido, unos dextrogiros y otros levogiros. Hizo incidir un rayo luminoso polarizado rectilíneamente sobre la cara; ese rayo atraviesa el primer prisma sin descomponerse, pero llega a la cara inclinada del prisma levogiro, y se divide en dos rayos de vibraciones circulares inversas, uno levogiro, dotado de gran velocidad, y otro dextrogiro, con retardo en la vibración. La divergencia marcada se acentúa más al atravesar el segundo prisma dextrogiro, y aquí el rayo dextrogiro acelera la vibración, y el levogiro la retarda aproximándose a la normal; la divergencia se acentúa más al penetrar los dos rayos en el prisma levogiro segundo, y salen paralelos por la cara de emergencia. Los dos rayos emergentes llevan vibraciones rotatorias inversas, lo que se demuestra si son recogidos sucesivamente en un analizador circular; el rayo de igual signo al del analizador pasa sin modificación sensible, mientras que el rayo de signo contrario queda absorbido en el analizador.

Leyes de Biot.—El físico Biot hizo bastantes experiencias respecto a la polarización rotatoria en el cuarzo; de estos estudios dedujo las siguientes leyes:

1.ª La dirección de vibración de un rayo monocromáti-

co polarizado rectilíneamente gira un cierto ángulo cuando atraviesa una placa de cuarzo tallada normal al eje óptico.

2.ª El giro, en unos cristales de cuarzo, es hacia la derecha de la dirección primitiva de las vibraciones *(dextrogiros)*, y en otros es hacia la izquierda *(levogiros)*.

3.ª La rotación o giro es proporcional al espesor de la placa de cuarzo.

4.ª En una serie de placas superpuestas y del mismo signo, la rotación total de la dirección de vibración del rayo es la suma algebraica de las rotaciones parciales producidas por cada una de las placas.

5.ª Las rotaciones del plano de polarización, para las diversas radiaciones del espectro solar, están en razón inversa del cuadrado de la longitud de onda.

Tinta sensible. — Si se coloca entre los nikoles cruzados una lámina de cuarzo tallada normal al eje óptico y el fenómeno se observa con luz blanca, la luz se descompone, produciéndose la *dispersión rotatoria*, según la última ley de Biot. La luz que emerge es coloreada, y los colores van cambiando a medida que giramos el analizador. De todos los colores que van sucediéndose hay uno que es el más fácil de determinar y limitar: es el color gris violáceo, parecido al de la flor de lino; este color pasa, al menor giro del analizador, al azul o al rojo, según hacia el lado que movamos el analizador. Ese color de flor de lino es el que se llama *tinta sensible*, por ser muy fugaz.

Obtenida la tinta sensible, si al girar hacia la derecha el analizador aparece el color rojo, el cristal es *dextrogiro;* si al girar en esa dirección en vez de rojo aparece el azul, el cristal es *levogiro*. Las láminas dextrogiras dan al girar a la derecha el analizador color rojo, y a la izquierda, azul; los levogiros, a la inversa, azul a la derecha y rojo girando a la izquierda.

Espirales de Airy.—El estudio de la polarización rotatoria en el cuarzo con luz *convergente*, es debido a *Airy*.

Los fenómenos que se observan son los siguientes:

1.° Se talla una lámina de cuarzo levogiro, normal al eje óptico; se coloca entre los nikoles cruzados y se observa en luz polarizada convergente. Si se hace girar 35° el analizador hacia la izquierda, se observa una figura de interferencia uniáxica, en la que el primer anillo, el interior, se reduce a una mancha negra colocada en el centro de la figura, y alrededor de ella las *curvas cuadráticas* atravesadas por cruz negra.

2.° El mismo caso anterior; si en vez de girar a la iz-

quierda, gira hacia la derecha el analizador 35°, el primer anillo se dilata y el centro es blanco.

3.° Una lámina dextrogira observada en luz polarizada convergente, con los nikoles dispuestos de tal manera que sus secciones principales forman ángulo de 35°, si sobre la lámina de cuarzo se superpone la mica $^1/_4$ de onda de manera que el eje de mínima elasticidad esté situado a 45° de la sección principal del analizador, se formará una figura de interferencia conocida con el nombre de *espirales cuadráticas* o *dobles espirales de Airy*.

4.° Si se observan en nikoles cruzados, con luz blanca convergente y polarizada, dos láminas superpuestas de cuarzo, la superior levogira y la inferior dextrogira y las dos de igual espesor, se verá una figura de interferencia llamada *cuádruples espirales de Airy* (fig. 56). Las espirales están arrolladas hacia la derecha, porque la lámina inferior es dextrogira. Pero si las láminas se colocan en sentido inverso, es decir, la levogira abajo, entonces las espirales se arrollan hacia la izquierda.

Fig. 56

Los cristales de cuarzo y cinabrio presentan la singular propiedad de la polarización rotatoria, fenómeno que está relacionado con la cristalización tetartoédrica. Pero téngase presente que sólo estos dos minerales muestran tal fenómeno: la polarización rotatoria es más bien propia de las substancias orgánicas, y tanto es así, que el ser o no ser *activos* a la luz es uno de los mejores caracteres para determinar el origen de determinados productos, verbigracia, el petróleo.

Para láminas de igual espesor y signo, el cinabrio polariza rotatoriamente la luz con una intensidad dextrogira quince veces mayor que el cuarzo.

Policroísmo.—El policroísmo es la propiedad que tienen algunos cristales de mostrar por transparencia colores distintos, según la dirección que se les observe. El fenómeno es distinto, según que los cristales policroicos correspondan al grupo uniáxico o biáxico.

Un cristal uniáxico policroico muestra dos colores *(cristal dicroico)*, según se observe en dirección normal o paralela al eje óptico. Por ejemplo, hay berilos exagonales que mirados por transparencia, según la dirección del eje óptico, son azules, y mirados en sentido vertical al eje muestran color verde.

Los cristales biáxicos que presenta el fenómeno del policroísmo son *tricoicos*. La cordierita presenta este fenómeno, y para observarlo se tallan los cristales rómbicos en forma de cubo, según los tres pinacoides; mirada según la base 001, es añil azulado; según el raquipinacoide 010, amarillo; y por el macropinacoide 100, gris azulado.

El policroísmo se manifiesta también empleando luz polarizada rectilínea, y resultan los colores más brillantes y definidos; las láminas se colocan en la platina del microscopio petrográfico, y se quita el analizador. De estos estudios se ha ocupado mucho Haidinger, para cuyas observaciones inventó el *dicroscopio*.

TERMOLOGIA MINERAL

Es una parte de la Física mineral que trata de la acción del calor sobre los minerales. El calor es un modo de vibración del éter, y por lo mismo se propaga formando ondas esféricas en los cuerpos amorfos y regulares, y en ondas elipsoidales en los medios anisótropos.

Por la acción del calor los minerales se dilatan, y si tiene fuerza bastante para vencer la cohesión se transforma en cuerpos líquidos o vapor.

Escala de fusibilidad de Kobell.—Este distinguido mineralogista, luego de ensayar la fusibilidad de gran número de minerales, formó la escala con siete términos tipos, que son los siguientes:

1.°	Antimonita.	5.°	Ortosa.
2.°	Natrolita	6.°	Broncita.
3.°	Almandina.	7.°	Cuarzo.
4.°	Actinota.		

La *antimonita* funde con gran facilidad; basta aproximarla la llama de una cerilla. La *natrolita* funde rápidamente y con ebullición, tan luego actúa sobre ella el dardo del soplete. La *almandina* tarda poco en fundirse, pero luego lo hace en un glóbulo. La *actinota* se funde en los bordes. La *ortosa* llega a fundirse en los extremos delgados. Es muy difícil observar indicios de fusión en la *broncita*, aun cuando actúe mucho tiempo el dardo del soplete. El *cuarzo* es infusible al soplete.

Dilatación y conductibilidad.—Ciertos minerales—la fluorina y principalmente la sal común—son muy permeables al calor, dejando pasar con gran facilidad las vibraciones; estos cuerpos se llaman *diatermanos*. En cambio, otros son impermeables o *atermanos*, es decir, que absorben el calor y no dejan pasar la vibración (yeso, alumbre, turmalinas, etc.

La dilatación que experimentan los cristales cuando se les calienta, depende de la distribución del éter, y fué estudiada por Mitschterlich y Fizeau. Un cristal regular se dilata de igual manera en todos sentidos sin modificación de la forma externa; si un cristal regular—lo mismo que una substancia amorfa—se talla en forma de esfera y se calienta, aumenta de volumen de modo homogéneo, conservándose siempre como tal esfera. Los cristales exagonales y tetragonales se dilatan de diferente modo, según dos direcciones: una en sentido paralelo al eje de máxima simetría; el otro, en dirección vertical a dicho eje; si la calcita, cuarzo, etc., se tallan en forma de esfera y se calientan, la esfera se transforma en elipsoide de revolución.

Se comprenderá fácilmente que el valor de los diedros, formados por caras inclinadas, varían con la temperatura, conservándose con igual valor los diedros de caras prismáticas y los formados por éstas y pinacoides.

Los cristales biáxicos (triclínicos, monoclínicos y rómbicos) se dilatan según los tres ejes del elipsoide inverso, que en el rómbico están determinados por los de simetría; dos en el monoclínico, uno por el eje y otro por el plano de simetría; en el triclínico son indeterminados. Por lo tanto, tallando una esfera con uno de estos cristales y calentándola se dilatará, formando el elipsoide de tres ejes.

De lo dicho se desprende que el paralelismo de las caras no se altera cuando se calientan los cristales, pero cambia el valor del ángulo diedro; por lo tanto, el principio de Romé de Lisle se refiere sólo al valor de los diedros a la temperatura normal.

Experiencias de Senarmont.—Se refieren a la conductibilidad del calor en los cristales; confirman estos estudios lo que hemos dicho respecto a la distribución del éter en los medios isótropos y anisótropos.

Se tallan o desprenden por exfoliación láminas del cristal que va a ensayarse; una de las caras de la lámina se recubre de fino barniz o capa homogénea de cera, y se aplica el calor al centro de aquélla. El calor se propaga y va derritiendo la cera a partir del punto donde se aplicó la corriente, produciendo una superficie derretida de figura especial lla-

mada por Senarmont *figura isoterma*. Si la densidad etérea de la lámina es la misma en cualquier punto que se considere, la corriente térmica tendrá igual intensidad y velocidad en todas direcciones, y, por lo tanto, la superficie isoterma resultará un círculo. Por el contrario, si la densidad del éter es distinta, también será diferente la velocidad de propagación del calor, y por lo mismo la superficie isoterma acusará las direcciones en las cuales la vibración alcanzó mayor o menor velocidad.

Senarmont ideó para sus experiencias un sencillo aparato: consiste en un soporte, adonde se fija horizontalmente un alambre de plata doblado en ángulo recto en uno de sus extremos; en la rama corta se coloca la lámina, previamente barnizada con cera. El extremo opuesto del alambre se calienta con la lámpara; para evitar las radiaciones directas se coloca una pantalla entre la lámpara y la lámina.

E. Jannettaz ideó un aparato más cómodo y exacto que el anteriormente descrito: consiste en una plataforma sobre la cual se coloca la lámina que va a ensayarse, y cuya superficie superior está barnizada con cera. Sobre un soporte con cremallera se articula un brazo que, mediante un tornillo con piñón, puede moverse a lo largo del soporte. En el extremo libre del brazo se articula una horquilla de platino con el vértice redondeado en forma de esferita. Las dos ramas de la horquilla se fijan en unos tornillos separados por aisladores, puestos aquéllos en comunicación con otros, adonde se fijan los reóforos de la pila eléctrica.

Para proceder con este aparato no hay más que colocar sobre la plataforma la lámina del cristal, cuidando que la superficie que se ha barnizado sea la superior; se hace que la esferita de la horquilla de platino toque a la lámina y luego se cierra el circuito para que el calor de la corriente se transmita a la lámina que se ensaya.

La figura isoterma se determina—teniendo un poco de práctica—con la simple inspección de las curvas de la cera derretida; pero cuando la determinación ha de ser exacta, se recurre al aparato llamado *elipsómetro*.

Senarmont dedujo las siguientes conclusiones:

1.ª Los cristales del sistema triclínico conducen el calor según tres direcciones; la superficie isoterma es un elipsoide de tres ejes de posición no constante.

2.ª Los monoclínicos tienen tres direcciones de distinta conductibilidad, y la superficie isoterma es un elipsoide de tres ejes: uno de posición variable, otro yace en el plano de simetría y otro está determinado por el eje de simetría.

3.ª Los cristales rómbicos conducen el calor como los anteriores, según tres direcciones, y la figura isoterma es un elipsoide de tres ejes determinados por los de simetría.

4.ª Los tetragonales y exagonales conducen el calor de modo distinto, según dos direcciones: si la lámina se talla en sentido paralelo al eje de máxima simetría, la figura isoterma es un elipsoide de dos ejes; si se talló la placa normalmente al eje óptico, la figura isoterma es un círculo.

5.ª Los cristales del sistema regular, como el éter está repartido con homogeneidad, el calor se propaga de igual manera en todas direcciones; la cera se funde formando círculo, y la superficie isoterma es una esfera. Las substancias amorfas se comportan de la misma manera que los cristales regulares.

Anomalías ópticas por el calor.—Son muchos los cristales que, al estar sometidos a la acción del calor, muestran fenómenos ópticos diferentes a los que poseen normalmente a la temperatura ordinaria.

Es muy curioso y de transcendencia científica el hecho de que muchos de los cristales con forma límite a sistemas de simetría superior, cuando se los calienta, presentan la característica óptica de éstos; si la temperatura no fué con exceso elevada, al enfriarse vuelven a mostrar los fenómenos ópticos que propiamente les corresponden.

Los cristales en apariencia icositetraédricos de *leucita* son birrefringentes; pero si se talla una lámina delgada y se calienta a 500° c., se hace monorrefringente; es decir, adquiere la característica óptica del sistema regular. Los cristales miméticos regulares de *boracita* calentados a 265° c. se conducen como los de leucita. La *arcanita* rómbica es biáxica, y calentada a 750° c. se hace uniáxica. Según Merian, la *tridimita*—que es un mineral mimético de aspecto exagonal, constituído, según Schuster, por la reunión de láminas triclínicas—, cuando se calienta, produce en el conoscopio la figura de interferencia uniáxica.

Las modificaciones que experimentan las figuras de interferencia, cuando los cristales están sometidos a la acción del calor, han sido estudiadas, principalmente, por Mitscherlich y Des Cloizeaux. Según este último, si se calienta una lámina de yeso, cuyos fenómenos de interferencia se observan con nikoles cruzados en ángulo de 45°, se ve lo siguiente: la figura biáxica se acorta, reduciéndose con más rapidez el lemniscato izquierdo, y a los 115° las dos ramas de hipérbola se unen formando una cruz y la figura se hace uniáxica; elevando más la temperatura, la cruz se desdobla en las dos ramas

de hipérbola; al enfriarse la lámina se repite el fenómeno en orden inverso.

La *adularia* de San Gothardo tiene el ángulo de los ejes ópticos próximo a 120°, produciendo, por lo tanto, una figura biáxica muy extendida; si se calienta la placa, el ángulo disminuye hasta ser nulo, y la figura de interferencia se hace uniáxica; por enfriamiento—si la temperatura no subió de 600°—vuelve a regenerarse la figura biáxica y el ángulo alcanza el valor primitivo.

Electricidad.—Cuando se calientan, comprimen o frotan los minerales, adquieren propiedades eléctricas.

Ciertos minerales (cobre, oro, pirita, y en general los metalíferos) desarrollan electricidad positiva; otros (sucino, azufre, etc.) producen electricidad negativa. Sin embargo, son muchos los minerales—casi todas las piedras preciosas—que se electrizan positiva o negativamente, según que las caras sean brillantes y lisas o estén deslustradas y ásperas. El yeso y la moscovita al exfoliarlos desarrollan las dos electricidades, siendo positiva una cara y negativa la otra.

Casos de electricidad por presión lo muestran bastantes minerales, pero entre todos descuellan el espato de Islandia y la turmalina: el primero adquiere electricidad positiva si se comprime entre los dedos; la turmalina, comprimiéndola según el eje óptico, desarrolla electricidad positiva en un extremo, negativa en el otro.

Piroelectricidad.—Los cristales hemimorfos (turmalina, calamina, etc.), cuando se calientan, desarrollan electricidades contrarias, que se distribuyen en extremos opuestos de los cristales *(electricidad polar)*; un extremo es positivo y el otro negativo. En la *boracita* hay ocho polos, que corresponden a los ocho vértices del exaedro.

La electricidad polar es consecuencia del desequilibrio del calor en esos cristales, pues desaparece cuando la temperatura es elevada y se hace uniforme, y confirma el principio de Hankel, que dice: «*los elementos análogos en un cristal se cargan de electricidad del mismo signo*».

Experiencias de Kundt y Wiedemann.—Kundt estudió la distribución de la electricidad en los cristales, espolvoreando con una mezcla íntima de minio (electropositivo) y azufre (electronegativo) las caras, electrizando luego el cristal; naturalmente, al ser electrizado el cristal, la mezcla se desdobla; el azufre, como electronegativo, irá a las zonas positivas, y el minio a las negativas. Los cristales tetartoédricos de cuarzo muestran positivas las aristas que no llevan caras tetartoédricas, y negativas las que llevan facetas trapecianas.

La boracita, de apariencia regular, presenta zonas positivas y negativas (fig. 57).

G. Wiedemann, en una Memoria publicada en la Sociedad Física de Berlín (2 febrero 1849), dió a conocer la conductibilidad de la electricidad en los cristales, sacando iguales consecuencias que Senarmont al estudiar la propagación del calor.

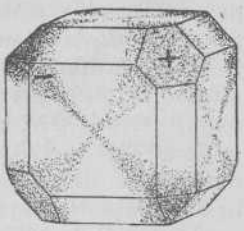


Fig. 57

Las experiencias de Wiedemann se reducen a tallar placas en los cristales, espolvorearlos con esporas de licopodio de una manera homogénea, y aplicar en el centro de la superficie una varilla electrizada. Las esporas son repelidas y forman alrededor de la varilla curvas que denotan la conductibilidad de la vibración eléctrica.

1.° Los cristales triclínicos conducen la electricidad según tres direcciones: máxima, media y mínima elasticidad; la figura es un elipsoide de tres ejes de posición variable.

2.° Los cristales monoclínicos muestran una figura como los triclínicos; pero el elipsoide tiene un eje determinado por el de simetría, otro yace en el plano de simetría, y el otro es de posición variable.

3.° Los cristales rómbicos conducen la electricidad según tres ejes, siendo la figura un elipsoide de tres ejes coincidentes con los de simetría.

4.° Los cristales correspondientes a los sistemas tetragonal y exagonal conduce la electricidad según dos direcciones, que representan los ejes del elipsoide de revolución; cuando las láminas o caras son normales al eje de máxima simetría, las curvas que se producen son circulares, y talladas en cualquier otra dirección, la figura será una elipse.

5.° En los cristales regulares, la figura es un círculo, sea cualquiera la dirección en que se haya tallado la lámina; la vibración eléctrica es, pues, de igual amplitud en todas direcciones.

Todos estos resultados confirman lo que hemos dicho respecto a distribución del éter en los cristales.

Magnetismo.—El magnetismo—que según Ampère es una manifestación de la energía eléctrica—es el fenómeno que se acusa en algunos minerales por la propiedad que tienen de atraer las limaduras de hierro y ejercer acción sobre la aguja magnética.

La *magnetita* (Fe^2 O^4 Fe) es el mineral que goza del

magnetismo en más alto grado. La acción magnética, esas vibraciones especiales del éter, no se presenta, ni mucho menos, en todos los ejemplares de magnetita: las magnetitas cristalizadas, compactas y de grano suelto carecen de tal propiedad, y solamente la presentan aquellos ejemplares granosos *alterados* en virtud de un comienzo de hidratación. No es aventurado suponer que la energía del mineral es manifestación de una reacción química, en virtud de la cual el óxido ferroso-férrico (ferrito-ferroso) se hidrata. Todos los minerales de hierro, al ser sometidos a la acción del dardo del soplete, dejan una escoria negruzca que tiene acción sobre la aguja magnética.

Los minerales pueden ser *paramagnéticos* o *diamagnéticos*, según que sean atraídos o repelidos por el imán. Un mineral tallado en forma de varilla, y colocado dentro de la esfera de acción del imán, oscila, y, por último, queda fijo; si la varilla toma posición paralela al imán, aquélla corresponde a un mineral paramagnético; si la posición es normal, y, por lo tanto, forma ángulo recto, corresponde a mineral diamagnético.

Plücker, von Lang y otros, han estudiado la distribución de la acción magnética en los cristales, obteniendo resultados que concuerdan con la distribución del éter en los distintos sistemas cristalinos.

Los cristales triclínicos, monoclínicos y rómbicos, en los que el éter está distribuído según el elipsoide inverso, se orientan de diferente manera según tres direcciones que son normales entre sí. Los cristales tetragonales y exagonales se orientan de manera distinta según dos direcciones, normales entre sí, que corresponden a los dos ejes del elipsoide de revolución. Por último, los cristales regulares y substancias amorfas son atraídos o repelidos con igual intensidad, sea cualquiera la orientación que se los dé.

Radioactividad.—Hay ciertos minerales, principalmente los de urano, *pechblenda* (uranato de uranilo), *calcolita* (ortofosfato uránico cúprico hidratado), etc., que emiten sin excitación y espontáneamente unas radiaciones especiales que provocan la fosforescencia del platino cianuro de bario y la placa de sulfuro de cinc, así como también son capaces de velar placas fotográficas y descargar las máquinas eléctricas, etc.; a este fenómeno se llama *radioactividad*, y a los cuerpos que poseen el fenómeno, *radioactivos*.

La radioactividad—fenómeno curiosísimo de sobresaliente importancia—fué descubierta, en 1896, por Becquerel, en los compuestos de urano, dando origen a una serie de

investigaciones practicadas por Bemont, Debierne y principalmente por los esposos Curie sobre la pechblenda y substancias radioactivas, que si no son lo suficientes para el conocimiento exacto del fenómeno, aportan tal suma de datos interesantes, que son la base para nuevos trabajos y descubrimientos.

La acción radioactiva no es tan rara como al principio se creyó; la presentan muchos minerales—bien porque son inherentes en ellos estas energías, o porque la adquirieron mediante inducción—que aparecen diseminados por toda la corteza terrestre.

Muchos gases subterráneos y gran número de *aguas mineromedicinales,* de origen profundo, al brotar en la superficie de la tierra, son radioactivas, fenómeno que luego desaparece al transcurrir algún tiempo. Se ha demostrado que la radioactividad de las aguas aumenta en conexión con los fenómenos hidrotermales y volcánicos.

Según G. Borne, pueden formularse las siguientes conclusiones: 1.ª Las rocas arcillosas, originadas por la descomposición de la superficie terrestre, son claramente radioactivas. 2.ª Las rocas derivadas de las volcánicas parecen ser más radioactivas que las de origen sedimentario. 3.ª Elster y Geitel no han podido comprobar por vía directa acción radioactiva en las rocas no descompuestas del interior del globo.

Por los estudios geológicos se deduce que no hay en el interior de la tierra un gran núcleo de energía radioactiva, y sí que esta fuerza está diseminada por el interior y corteza terrestre.

Según Ramsay y Soddy, el calor que conserva el radio a — 250°, se debe a la transformación del radio en átomos de otro elemento, probablemente de *helio.*

Las nuevas ideas respecto al átomo van iluminando el misterio de la radioactividad; es indudablemente una poderosa energía de evolución, de transformación de la materia hacia cuerpos más estables, hacia *átomos* más sencillos que cual el plomo—mejor dicho, los *plomos*—representa el límite o tope de la degradación de la materia. La simplificación del átomo por pérdida de substancia isótopa es mediante emisión de poderosa energía (radioactividad).

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

BIBLIOTECA
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

III.—QUIMICA MINERAL

Cuando se pone el mineral en contacto con uno o varios cuerpos que tienen la propiedad de reaccionar con él, se observa, en la mayoría de las ocasiones, fenómenos muy característicos que determinan cualitativamente la constitución química de la especie ensayada; el conjunto de fenómenos observados al ser sometido un mineral a la acción de los *reactivos*, es lo que se llama *característica química.*

Reactivos.—Son cuerpos sólidos, líquidos y a veces gaseosos que, actuando químicamente sobre otros, desarrollan fenómenos de fácil apreciación.

Los ensayos químicos que se verifican con los minerales, pueden ser *pirognósticos* e *hidrognósticos* o *por vía húmeda.*

ENSAYOS PIROGNÓSTICOS

Los ensayos *pirognósticos* o *por vía seca* son genuinamente mineralógicos, y tienen por objeto la investigación analítica química por medio del fuego y otros reactivos, generalmente sólidos.

Llama.—La que usamos en el laboratorio, es la producida por el mechero de Bunsen.

El mechero de Bunsen consiste en un pie y tubo metálico con abertura pequeña, casi capilar, rodeado por otro tubo mayor en cuya parte superior se quema el gas; con objeto de producir llamas térmicas o luminosas, existen en la base del tubo exterior dos orificios por donde penetra la corriente de aire, que pueden cerrarse o abrirse mediante una abrazadera o anillo móvil.

El foco es *luminoso* y, por consecuencia, brillante, cuando los dos orificios de la base del mechero están cerrados y no hay en la llama oxígeno suficiente para quemar las partículas carbonosas interpuestas; pero si esos dos orificios están abiertos, por ellos penetra la corriente de aire cuyo oxígeno quema al carbono que la daba brillantez, pierde la in-

tensidad lumínica y se convierte en llama *calorífica* o foco *térmico*.

Cuando el mechero de Bunsen es bueno y la llama arde tranquila y sin brillo, pueden distinguirse las regiones siguientes: 1.ª Región inferior de oxidación. 2.ª Región superior de oxidación. 3.ª Región inferior de reducción. 4.ª Región superior de reducción. 5.ª Región de fusión. Y 6.ª Región de coloraciones (figura 58).

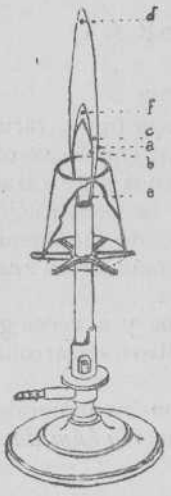


Fig. 58

Lo que es fácil distinguir en la llama de los mecheros usuales, son dos conos: uno interior, constituído por la mezcla combustible, y otro exterior o llama propiamente dicha. En el punto de contacto de los dos conos o en la parte interna del cono exterior, existen gases reductores, y, por lo tanto, allí se producen fenómenos de *reducción;* en el borde exterior de la llama hay abundancia de oxígeno, por actuar libremente la corriente de aire, y siendo esta parte esencialmente oxidante, se producirán fenómenos de *oxidación*.

Soplete. — Es un sencillo e ingenioso instrumento, introducido en la investigación química por el sueco Swab, y más tarde perfeccionado por Berzelius y otros químicos; está destinado a producir corriente continua de aire, que, aplicada a la llama, forma un *dardo*, que es el que actúa sobre la mate ria mineral objeto del ensayo.

Consiste el soplete ordinario en dos tubos metálicos de longitud distinta, unidos en ángulo recto mediante un depósito cilíndrico o esférico que está destinado a recoger el vapor condensado, que salió juntamente con el aire insuflado por los pulmones; la rama larga tiene en el extremo libre una boquilla de hueso o pasta especial que sirve para aplicar bien los labios e impedir que el calor moleste al que opera; la rama corta termina por punta de platino con abertura capilar, que es la parte del soplete que se introduce o aproxima a la llama.

En los laboratorios no se usa el soplete descrito; hoy se emplea el *soplete de bolas de caucho*. Consiste en una punta metálica de platino o latón con orificio capilar (fig. 59) (0,25 a 0,30 mm. de diámetro), unida a un tubo de vidrio mediante otro de goma; el tubo de vidrio atraviesa un tapón de corcho, y en el extremo libre de aquél, se adaptan las bo-

las de caucho, que son las empleadas en los pulverizadores ordinarios; este soplete se fija por el corcho a las pinzas de un soporte de hierro. Si las pinzas del soporte son buenas, la punta del soplete toma todas las posiciones necesarias para dirigir convenientemente el dardo; en caso contrario, no hay más que colocar entre la punta del soplete y el tubo de vidrio un alambre, para que por doblamiento la punta quede en la posición que deseamos.

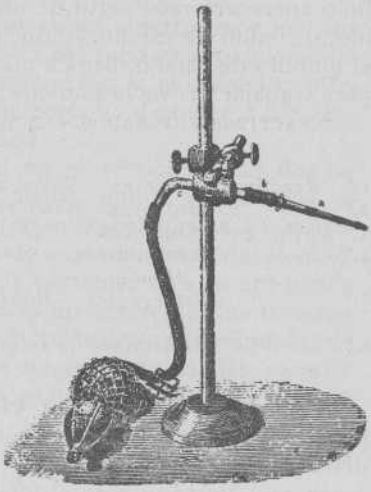


Fig. 59

DARDO.—Para obtener el dardo se emplea soplete y llama. Es recomendable el soplete de bolas de caucho descrito y el mechero de Bunsen. Cuando se trabaja en sitios donde no hay gas del alumbrado, debe usarse la lámpara de alcohol o la llama de una bujía.

La llama del mechero Bunsen es gruesa y no puede transformarse toda en dardo; este inconveniente se obvia con una pieza auxiliar o tubo de latón con punta biselada que se coloca en el interior del mechero; así, la llama producida es toda ella arrastrada por la corriente de aire.

La punta del soplete se coloca por encima de la punta biselada, en el arranque de la llama, dándola inclinación conveniente. Esto sólo la práctica lo enseña y no es posible dar regla fija, porque ello depende de las condiciones del soplete, punta biselada y presión del gas.

En el dardo se distinguen dos zonas bien definidas: una, interna *(reductora)*, y otra, externa terminal *(oxidante)*. El dardo está bien hecho cuando reúne estas condiciones: 1.ª Ha de ser silencioso. 2.ª No ha de tener cresta; es decir, que toda la llama esté convertida en dardo; esto se consigue graduando la entrada de gas. 3.ª Ha de estar bien definido en sus zonas. 4.ª El dardo será tanto mejor cuanto mayor longitud alcance y más delgado sea.

Para ensayarse en la producción de buenos dardos es práctica frecuente en los laboratorios obtener el glóbulo de

estaño, para lo cual se coloca en la oquedad del carbón un trocito de estaño, dirigiendo sobre él la llama de reducción. Si el dardo de reducción es fijo y está bien formado, el glóbulo de estaño es limpio y brillante; en caso contrario, el glóbulo aparecerá recubierto de una costra blanquecina, infusible, de óxido de estaño. Reduciendo y oxidando varias veces el glóbulo de estaño, llega a adquirirse la práctica necesaria para trabajar provechosamente con el soplete.

Reactivos empleados.—Son los siguientes:

1.° Reactivos fundentes.—*Bórax, sal de fósforo, carbonato sódico.*
2.° — oxidantes.—*Nitro y clorato potásico.*
3.° — reductores.—*Hojas de estaño, carbón y cianuro potásico.*
4.° — desulfurantes. — *Limaduras de hierro y láminas de plomo.*
5.° — disgregantes.—*Bisulfato potásico, carbonato sodopotásico.*
6.° — productores de coloración. —*Nitrato cobaltoso.*

Ensayos en tubos de vidrio.—Los tubos que se emplean son de vidrio bien templado y de 4 a 6 milímetros de diámetro. Pulverizada finamente la substancia que va a ensayarse, se la introduce en el fondo del tubo de vidrio, procurando que las paredes queden perfectamente limpias; en estas condiciones se somete a la acción del calor, elevando gradualmente la temperatura hasta el rojo.

Muchos minerales (hidratados) desprenden vapor acuoso que se condensa en las paredes frías del tubo; estas gotitas de agua se ensayan con los papeles reactivos; si solamente desprendió agua, aparecerá neutra al papel azul de tornasol; pero si juntamente con ella desprendió substancias alcalinas *(compuestos amoniacales de ácidos fijos)* o ácidas *(algunos sulfatos de metales pesados*, etc.), enverdecerán o pondrán rojo, respectivamente, el papel reactivo.

El *cinabrio, rejalgar* y *oropimente,* calentados en tubo cerrado, se subliman sin descomponerse. Las *piritas* de hierro y otros sulfuros producen sublimado amarillo de azufre. La *esmaltina* da sublimado negro de arsénico metálico; el *mispiquel* produce un doble sublimado: primero, pardo, constituído por sulfuro de arsénico, y luego otro sublimado negro que es de arsénico metálico; la *proustita*, al ser calentada en el tubo de ensayo, salta y después se funde, y produce sublimado pardusco de sulfuro de arsénico.

La *pirolusita* y algunos *nitratos*, al ser calentados, desprenden oxígeno, gas que se reconoce por avivar la combustión; algunos *nitratos metálicos* desprenden vapores rutilantes

de ácido hiponítrico; ciertos *carbonatos* desprenden anhídrido carbónico que blanquea el agua de cal.

Por último, hay minerales, como el *cuarzo* y gran cantidad de *anhidrosilicatos*, que no sufren alteración alguna perceptible.

También se hacen ensayos en tubos abiertos por los dos extremos y acodados; la longitud del tubo es próximamente de decímetro y medio a dos decímetros, y el diámetro interior de 6 a 8 milímetros; la rama corta ha de tener 2 ó 3 centímetros de longitud por lo menos.

Colocada la materia mineral en el vértice de las dos ramas del tubo de ensayo, se la dirige, por la rama corta, el dardo de oxidación. Puede hacerse también estas investigaciones calentando la substancia con una lámpara de alcohol, y dirigiendo por la rama corta la corriente de aire producida por el soplete. En uno y otro caso observaremos los fenómenos siguientes: Formación de gotitas de *agua* desprendidas de un *mineral hidratado*, y que se condensaron en las paredes frías del tubo; las gotas de agua se reconocen con los papeles reactivos.

Los compuestos de *selenio* desprenden vapores de olor a rábanos y dejan un depósito rojo.

Los *sulfatos (galena, piritas, blenda*, etc.) se descomponen desprendiendo anhídrido sulfuroso, característico por el olor a pajuela.

Los *arseniuros*, y casi todos los demás compuestos naturales de arsénico, forman costra blanquecina de anhídrido arsenioso y desprenden vapores de olor aliáceo.

El *antimonio* y *compuestos antimoniales* producen costra blanca, y desprenden abundantes humos blancos de anhídrido antimonioso.

El *cinabrio* desprende anhídrido sulfuroso, y produce sublimado blanco grisáceo constituído por pequeñas gotas de mercurio; este sublimado puede reconocerse, porque frotado con una varilla se reúnen todas las gotitas de mercurio formando una muy visible. Calentada la costra con una escama de iodo, adquiere coloración roja y amarilla (ioduro mercúrico).

Coloración de la llama.—Existen bastantes substancias minerales que, colocadas en la llama no brillante del mechero de Bunsen o de otra lámpara cualquiera, la comunica notables y características coloraciones; este procedimiento de investigación analítico-pirognóstica es muy sencillo y seguro, pues los fenómenos que se observan aparecen, en general, francos y bien definidos.

Es condición indispensable que las materias que se ensayen sean volátiles; siendo fija, aunque la substancia que se reconozca esté constituída por elementos que den coloración a la llama, aquélla no se hará perceptible; por ejemplo, el sulfato estróncico *(celestina)*, directamente colocado en la llama del mechero, no la comunica coloración alguna, por ser este mineral un compuesto fijo; pero si de antemano, con el carbón y el dardo del soplete, se le reduce a sulfuro, y éste se transforma en cloruro por el ácido clorhídrico, colocado en la llama, el compuesto estróncico volátil la comunicará color rojo vivo característico.

La investigación del *cloro*, *bromo* y *iodo* que existen en algunas especies minerales puede hacerse de la siguiente manera: se forma en el hilo de platino la perla de *sal de fósforo* saturada de óxido de cobre, y se toma por adherencia una pequeña cantidad del mineral objeto del ensayo; al colocarla en la llama no luminosa del mechero Bunsen, se producirá la coloración azul celeste si contenía *cloro*, verde azulado si había *bromo*, o verde esmeralda si había *iodo*. Los *boratos* y *fosfatos* naturales deben tratarse por el ácido sulfúrico con el objeto de desalojar los ácidos de las combinaciones.

Hay coloraciones, la amarilla del sodio y la roja purpúrea del litio, que anulan la violácea del potasio; para ver ésta se coloca, entre la llama y el ojo del observador, un vidrio azul de cobalto; éste tiene la propiedad de absorber aquéllas y dejar pasar los rayos violetas.

Se toma con la anillita de platino una pequeña cantidad de la materia que va a ensayarse y se la coloca en el borde de la llama no luminosa del mechero; se verán los fenómenos de coloración. Si la substancia mineral ataca al platino (antimonio, arsénico) se la coloca en el extremo de la fibra de amianto.

Amarillo		*Sodio.*
Rojo	amarillento	*Calcio.*
	vivo	*Estroncio.*
	purpúreo	*Litio.*
Azul	celeste	*Cloruro cúprico.*
	lívido	*Arsénico.*
	muy débil	*Plomo.*
	amarillento	*Antimonio.*
Verde	esmeralda	*Ioduro cúprico.*
	amarillento	*Bario.*
	algo lívido	*Acido bórico.*
	algo azulado	*Acido fosfórico.*
Violeta		*Potasio.*

Ensayos en el carbón.—Estos ensayos se verifican,

como el epígrafe indica, en el carbón, con el auxilio del dardo del soplete.

El carbón que se emplea es el vegetal, y ha de procurarse sea todo lo más compacto posible. Suele utilizarse el carbón preparado para el uso; pulverizado el carbón vegetal se amasa con engrudo de almidón, de modo que resulte una pasta modelable; se corta en trozos prismáticos que se calientan en un crisol cerrado para carbonizar el engrudo; resulta un carbón muy a propósito para verificar sobre él los ensayos pirognósticos.

La substancia que se ha de ensayar se coloca en la oquedad o fosita que se ha hecho en el carbón, y sobre ella se dirige el dardo del soplete; si el mineral decrepita se pulveriza, y después se le humedece con agua destilada para evitar que el polvo sea arrastrado por la fuerza del dardo. Teniendo brillo metálico no hace falta fundente.

Atendiendo a los fenómenos que producen, se agrupan los radicales metálicos en las siguientes secciones:

1.ª Se funden y penetran en los poros del carbón. Sales de *sodio*, *potasio*, *rubidio*, *litio*, *cesio*.

2.ª No se funden ni penetran por los poros del carbón; dejan un residuo blanco infusible. Sales de *bario*, *calcio*, *estroncio*, *aluminio*, *magnesio*.

3.ª Dejan residuo pardusco o negro, infusible a la temperatura que se opera. Sales de *níquel*, *cobalto*, *manganeso*, *cromo*, *hierro*.

4.ª Producen aureola y no botón metálico: amarilla en caliente y blanca en frío, *zinc;* amarilla rojiza o rojo pardusca en caliente y en frío, *cadmio*.

5.ª Producen aureola y botón metálico: *antimonio*, botón agrio y aureola blanca; *bismuto*, botón agrio y aureola amarilla rojiza en caliente, pálida en frío; *plomo*, botón maleable, aureola amarilla rojiza. Los compuestos de *arsenico* desprenden vapores de olor aliáceo característico, y forman una telilla blanquecina fácilmente volátil.

6.ª No producen aureola, pero sí botón metálico: *oro*, amarillo y maleable; *plata*, blanco y maleable; *estaño*, blanco, algo difícil de obtener; *cobre*, rojo y maleable. El *platino* produce unas chispitas muy brillantes.

Si el mineral no tiene brillo metálico se mezcla la materia mineral con carbonato sódico, y a veces también con cianuro potásico; esta mezcla se coloca en la fosita del carbón, y sobre ella se dirige el dardo de reducción del soplete. Los fenómenos que se observan son los mismos que hemos indicado en los anteriores ensayos, pero más acusados.

Ensayos con las cápsulas de Baillif.—Las capsulitas de Baillif se emplean, generalmente, para reconocer el *hierro*, *níquel* y *cobalto*, que con mucha frecuencia se encuentran asociados al estado de *arseniuros;* en estas capsulitas, que son de caolín, se introduce la materia mineral que sospechamos está constituída por las substancias anteriormente indicadas, y se coloca sobre el carbón o se sujeta con las pinzas.

Al dirigir el dardo de oxidación del soplete, notaremos pronto el desprendimiento de vapores arsenicales, característicos por el olor aliáceo; el ensayo, que adquiere una forma globular, toma coloración verde botella, debido al *hierro* en presencia del cobalto; el hierro va desapareciendo por absorción en la capsulita de Baillif. Cuando el hierro ha desaparecido, el ensayo toma coloración azul, debida al óxido de *cobalto,* que va desapareciendo lentamente a medida que prosigue la llama de oxidación; cuando todo el óxido de cobalto ha penetrado por los poros de la capsulita, el ensayo adquiere coloración rojiza obscura debida al *níquel,* libre de las demás substancias constitutivas del complejo. Es muy recomendable seguir este procedimiento cuando se trata de analizar cualitativamente los arseniuros y sulfo-arseniuros de hierro, cobalto y níquel.

Coloración de vidrios y perlas.—El *bórax* (tetraborato sódico hidratado, $Bo^4O^7Na^2 + 10\ H^2O$) y la *sal de fósforo* (fosfato mono-ácido sodo-amónico hidratado $PhO^4HNa(NH^4) + H^2O$), sometidos a la acción del calor, forman unas masas vítreas y diáfanas, que tienen la propiedad de disolver gran cantidad de óxidos metálicos; las masas resultantes son con frecuencia coloreadas, limpias y diáfanas *(vidrios)* u opalinas *(perlas).*

Para verificar estos ensayos, se comienza formando el vidrio de bórax o de sal de fósforo en la anillita que de antemano se hizo en la extremidad libre del hilo (1) de platino; el vidrio ha de ser incoloro, completamente diáfano, sin burbujas gaseosas ni particulillas carbonosas. Se toma *por adherencia* pequeña cantidad del cuerpo que ha de ensayarse, para lo

---

(1) Cuando se tiene un poco de práctica, no hace falta formar anilla con el hilo de platino; es más cómodo hacer el vidrio con el hilo distendido, y así el platino no se estropea tanto; resultan los vidrios más pequeños, pero son lo suficiente para apreciar los colores.

Si se forma la anilla es necesario que la punta del hilo de platino quede fuera del vidrio.

Si se sospecha que el cuerpo es arsenical o antimonial no puede usarse el hilo de platino.

cual se calienta un poco el vidrio, y en seguida se somete a las llamas de *oxidación* y *reducción*, observando las coloraciones que produce lo mismo *en caliente* que *en frío*. El mechero de Bunsen proporciona llamas de oxidación y reducción tan buenas como las obtenidas con el soplete.

El vidrio de la sal de fósforo es buen reactivo de la *sílice* y *silicatos;* los radicales metálicos se combinan con el ácido fosfórico formando fosfatos fusibles, y la sílice queda libre sin disolverse y forma en el vidrio unas estrías o red opaca que se conoce con el nombre de *esqueleto silíceo*.

Antes de usar el hilo de platino es necesario cerciorarse que el mineral carece de arsénico o antimonio, pues estos elementos forman con el platino aleaciones muy fusibles.

Las coloraciones que dan al vidrio de bórax los óxidos metálicos, están indicadas en el cuadro siguiente:

Vidrio de bórax

	LLAMA DE OXIDACIÓN		LLAMA DE REDUCCIÓN	
ÓXIDOS	EN CALIENTE	EN FRÍO	EN CALIENTE	EN FRÍO
Cromo	verde amarillento	verde amarillento	verde amarillento	verde esmeralda.
Hierro	rojo o amarillo	amarillo o incoloro	verde sucio	verde sucio.
Manganeso	amatista	violado rojizo	rosáceo o incoloro	rosáceo o incoloro.
Cobre	verde	azul	verdoso	rojo o pardo.
Cobalto	azul intenso	azul de cobalto	azul intenso	azul de cobalto.
Molibdeno	amarillento	incoloro	pardo claro	pardo obscuro.
Urano	anaranjado	amarillo áureo	verde sucio	verde.
Titano	amarillento	incoloro	pardo claro	violáceo pardusco.
Tungsteno	amarillo claro	—	incoloro o amarillento.	amarillo o gris.
Antimonio	— —	—	gris	gris.
Plomo	— —	—	gris o negro	gris o negro.
Plata	amarillento	amarillento	gris	gris.
Níquel	pardo rojizo	rojizo	amarillo gris	—

Coloración con el nitrato de cobalto.—Estos ensayos pueden verificarse en el hilo de platino; pero con preferencia en la oquedad del carbón. El reactivo empleado es la disolución acuosa de nitrato cobaltoso; la solución empleada en el laboratorio está hecha al 3 por 100.

Para que las coloraciones producidas por el nitrato cobaltoso sean francas y bien definidas, es necesario emplear pequeña cantidad (una gota) de reactivo y operar con minerales blancos o con los residuos blanquecinos, aureolas procedentes de los ensayos pirognósticos al carbón sin fundentes o con ellos.

Colocada la materia mineral reducida a polvo, en la fosita del carbón, se la humedece con pequeña cantidad de solución de nitrato cobaltoso, dirigiendo luego al ensayo el dardo de oxidación del soplete; al principio la coloración es rojiza pardusca, debido a la reducción del reactivo; pero luego adquiere la coloración característica de la materia ensayada.

Los compuestos de *zinc* toman coloración verde prado (verde Rinmann) característico; ésta es, sin duda alguna, la reacción pirognóstica más sensible y específica de los compuestos zíncicos.

La *alúmina* y todos sus compuestos salinos producen una masa de color azul, infusible.

Las sales *magnésicas* forman masa de coloración rojiza cárnea, muy característica *(color salmón)*.

Las sales de *estaño* dan masa azulada, ligeramente verdosa.

Los compuestos *cálcicos* y *estróncicos* adquieren coloración grisácea; pardusca los *báricos*.

Ensayos de oxidación.—Las investigaciones pirognósticas con los reactivos oxidantes *(clorato* y *nitrato potásicos)* tienen, en realidad, uso bastante limitado; sólo se emplean en el reconocimiento de los minerales de *manganeso* y *cromo*.

Para verificar estos ensayos comiénzase por fundir el mineral, en unión del carbonato sódico, en la anillita del hilo de platino o sobre la cucharilla de este metal, añadiendo a la masa una proporcionada cantidad de nitrato potásico, siguiendo la misma marcha que en la obtención de vidrios y perlas con el bórax o sal de fósforo.

Los compuestos de *cromo* forman masa amarilla de cromato potásico.

Los compuestos de *manganeso* producen masa verde azulada de manganato potásico.

Manchas metálicas.—Muchas sales metálicas al ser sometidas a la acción de la llama reductora se descomponen, separándose el metal reducido al estado de vapor, debido a la

alta temperatura a que se opera; si esos vapores metálicos no atraviesan zonas de oxidación y llegan a la superficie fría y limpia de una cápsula de porcelana, se condensarán formando la mancha de metal reducido; si, por el contrario, esos vapores metálicos atraviesan zonas de oxidación o se ponen en contacto con el aire, se oxidan formando óxidos metálicos, que más tarde se condensan en la superficie de la porcelana, constituyendo manchas o costras, generalmente muy características.

Obtención de manchas de metales reducidos.—Para proceder a esta clase de ensayos se dispone convenientemente el mechero de Bunsen, al que se le adapta la chimenea cónica de hierro; encima del mechero y mantenida por el sostén, se coloca una cápsula de porcelana bien limpia y casi llena de agua fría. Así dispuesto, se enciende el mechero, procurando que la llama sea pequeña (7 a 8 centímetros de altura) y en ella se distinga perfectamente la *región superior de reducción;* esto se consigue por tanteo y generalmente cuando los orificios de entrada del aire están incompletamente abiertos; la posición de la cápsula ha de ser tal, que toque al ápice de la parte brillante de la llama, que es precisamente la parte terminal de la zona superior de reducción. La llama, por sí sola, no debe ennegrecer la porcelana: en caso contrario, hay que hacerla menos luminosa, dejando pasar más corriente de aire por los orificios inferiores del mechero. Asegurados de que la llama no mancha la porcelana, y ya dispuestos el mechero y la cápsula en las condiciones antes indicadas, se procede a la operación; con una fibra de amianto o asbesto humedecido en la extremidad, se toma por adherencia pequeña cantidad de la substancia objeto del ensayo y se la coloca en la zona superior de reducción; pasados unos segundos, se retira el mechero y se observa el punto donde la llama tocaba a la porcelana, que es donde aparecen las manchas metálicas.

La mancha de *arsénico* es negra y brillante con el margen pardo leonado, soluble en el hipoclorito sódico recién preparado. La de *antimonio* es negra, poco brillante y borde pardusco, insoluble o poco soluble en el hipoclorito sódico. La mancha negra que produce el *bismuto* tiene el borde de color pardo hollín. El *mercurio* da mancha grisácea poco determinada. El *plomo* y el *cadmio* producen manchas negras con los bordes parduscos.

Obtención de manchas de óxidos metálicos.—Para la obtención de manchas de óxidos metálicos sobre la porcelana, se procede de modo muy parecido al caso anterior; debe

procurarse que los vapores metálicos atraviesen hasta llegar a la porcelana, no solamente la región superior de oxidación de la llama, sino algunas capas de aire, para que en el trayecto sea totalmente oxidado; por esto es recomendable fijar la cápsula a 1 ó 2 centímetros más alto que el ápice de la región superior de oxidación.

Por lo general, las manchas de óxidos metálicos resultan poco definidas, pero se ponen de manifiesto con los reactivos químicos.

Arsenico.—Mancha blanca; con el SH^2 adquiere coloración amarilla, soluble en el sulfuro amónico; con el IH coloración amarilla.

Antimonio.—Mancha blanca; con el SH^2 toma coloración anaranjada, soluble en el sulfuro amónico; el ioduro es de color anaranjado.

Bismuto.—Mancha blanca amarillenta; el sulfuro es negro; insoluble en el sulfuro amónico; con el IH coloración roja, amarilla y parda.

Cadmio.—Mancha negruzca con el margen blanco; el sulfuro es amarillo, insoluble en el sulfuro amónico; con el IH color blanco.

Cinc.—Mancha blanca, lo mismo que el sulfuro y ioduro.

Plomo.—Mancha amarilla con ligero tinte rojizo; el sulfuro es negro pardusco, insoluble en el sulfuro amónico; el ioduro es amarillo.

ENSAYOS HIDROGNÓSTICOS O POR VÍA HÚMEDA

Para reconocer los minerales empleamos también el procedimiento hidrognóstico; es condición indispensable que se hallen disueltos, y de este modo puedan actuar sobre ellos los reactivos líquidos.

Disolución de los minerales

Una materia mineral estará disuelta cuando en unión con el disolvente forma un todo líquido, homogéneo y diáfano. La disolución es *física* o *química:* en el primer caso, el mineral persiste al estado gaseoso en la disolución, no habiéndose desarrollado, por consecuencia, ninguna reacción química; en el segundo caso, el mineral reaccionó con el disolvente, dando por resultado la formación de cuerpos nuevos.

Para disolver los minerales debe seguirse el siguiente pro-

cedimiento, que es el indicado en la mayoría de las obras de análisis: 1.° Aplicación del agua destilada. 2.° Acido clorhídrico. 3.° Acido nítrico. 4.° Agua regia. Y 5.° Acción de los disgregantes.

Aplicación del agua destilada.—Pulverizada la materia objeto de la investigación y colocada en un matracito o en el tubo de ensayo, se agrega agua destilada (30 veces su peso de agua) y se agita y calienta si fuese necesario. El mineral puede ser totalmente soluble, poco soluble, parcialmente soluble e insoluble; es *soluble totalmente* cuando no deja residuo alguno y la disolución es diáfana y límpida; se sabe que es *poco soluble* cuando tratado por el agua deja un residuo, del que vuelve a separar el agua pequeñas porciones, que se hace patente al evaporar sobre la porcelana una gota de la disolución; en este caso las aguas de loción dejan siempre un residuo que no disminuye sensiblemente. Hay substancias minerales que están formadas por una parte soluble y otra insoluble, es decir, que son *parcialmente solubles;* al hacer el tratamiento con el agua, separa la parte soluble, se filtra el complejo y sobre el filtro quedará el residuo; si éste es lavado repetidas veces, veremos que una gota de las aguas de loción, evaporada sobre la porcelana, no deja residuo apreciable. Las substancias *insolubles* se reconocen con facilidad; no hay más que tratar la substancia por el agua destilada y filtrar el complejo; una gota del líquido filtrado evaporada no deja residuo alguno.

Si el mineral deja residuo o es insoluble en el agua, se trata por el ácido clorhídrico.

Acido clorhídrico.—El mineral insoluble en el agua o el residuo que quedó de su tratamiento, se somete a la acción del ClH diluído, en frío o auxiliado por el calor; si no se disuelve, se emplea ClH concentrado, en frío y en caliente. Con este disolvente químico suelen observarse fenómenos muy característicos: la *pirolusita*, los *cromatos*, etc., desprenden cloro por descomposición del ClH; los *carbonatos* se disuelven con efervescencia, debida al desprendimiento de anhídrido carbónico; muchos *hidrosilicatos* precipitan sílice gelatinosa; los *sulfuros* atacables por el ClH desprenden SH^2, característico por el olor a huevos podridos; agregando agua a ciertas disoluciones clorhídricas se fraccionan, produciendo un precipitado blanco. (Sales de *estaño*, *antimonio*, *bismuto.*)

Si queda residuo o es inatacable por el clorhídrico, se trata por el ácido nítrico.

Acido nítrico.—Lavado el residuo o el mineral para eliminar el exceso de ClH, se trata por el NO^3H en frío y en

caliente. También pueden observarse fenómenos muy notables: las materias metálicas, *cobre*, *mercurio*, *plata*, etc., se disuelven con desprendimiento de vapores rutilantes de ácido hiponítrico; muchos *sulfuros* se transforman en nitratos con separación de azufre o ácido sulfúrico: la *galena* es transformada—en parte—en sulfato plúmbico insoluble; la *antimonita* y compuestos arsenicales se descomponen por el NO^3H, formándose óxidos insolubles.

Agua regia.—Cuando las materias minerales no se han disuelto por los reactivos anteriores, se trata por *agua regia* (mezcla de ácido clorhídrico y nítrico en las proporciones de 2 : 1, respectivamente); debido a la acción del cloro naciente, el agua regia es un disolvente químico de gran energía; el *oro*, *platino*, etc., se disuelven en este reactivo.

Hay, sin embargo, muchos minerales que no se disuelven en los disolventes indicados; en este caso se encuentran el *cuarzo*, *casiterita*, *corindon*, *zircón*, *espinela*, *kerargirita*, *fluorina*, *baritina*, *celestina*, *cromita*, etc., y gran cantidad de *silicatos*. Estos minerales hay que *disgregarlos* para hacerlos solubles en el agua o en los ácidos.

La *espinela*, *corindon*, *titanatos* y *tantalatos*, fundidos en crisol de platino con bisulfato potásico, se convierten en sulfatos solubles.

La *casiterita* y el *rutilo*, fundidos con potasa en crisol de *plata*, se transforman en compuestos solubles.

La *cromita* o hierro cromado se disgrega fundiéndolo con bisulfato potásico; la masa resultante se vuelve a fundir con carbonato sódico.

La *kerargirita*, *bromargirita* y *iodargirita*, fundidas con carbonato sódico, forman cloruro, bromuro y ioduro sódicos solubles en el agua; la plata constituye un botón metálico soluble en el ácido nítrico.

Los *silicatos* insolubles y el *cuarzo*, mezclados con carbonatos potásico y sódico y fundidos en crisol de platino, se transforman en silicatos alcalinos solubles.

La *baritina*, *celestina* y *anglesita*, fundidas con la mezcla de carbonatos potásico y sódico, se transforman en cuerpos solubles en el ClH. La *fluorita* se convertirá en fluoruro alcalino soluble.

Procedimiento general analítico—Una vez disgregada la substancia, se procede a disolverla, empleando el procedimiento general antes indicado. En la disolución se investigan los radicales metálicos y los ácidos, para lo cual debe seguirse el siguiente procedimiento: se acidula el líquido con ClH hasta que, ensayado con el papel reactivo, acuse reacción

ácida. Puede ocurrir que, al acidular, se forme precipitado; este precipitado sería de *cloruro plúmbico*, *argéntico* o *mercurioso;* hay que agregar ClH hasta que no precipite más y el líquido quede ácido. Se filtra el líquido, y el precipitado que queda sobre el líquido se lava con agua hirviendo: si se disuelve, es *cloruro plúmbico;* en caso contrario, es o argéntico o mercurioso; si al agregar el precipitado NH^3 se disuelve, prueba la existencia del *cloruro argéntico;* si no se disuelve y se ennegrece, el precipitado es de *cloruro mercurioso*. El siguiente cuadro resume lo anterior:

El precipitado es..	soluble en el agua hirviendo.....		*Cloruro de plomo.*
	insoluble en el agua hirviendo.....	soluble en el amoníaco...	*Cloruro argéntico.*
		insoluble en el amoníaco...	*Cloruro mercurioso.*

El líquido que tiene reacción ácida se somete a la acción de la corriente de SH^2, calentado algo el líquido para favorecer la acción del reactivo; con el SH^2 precipitarán todos los radicales metálicos del 1.° y 2.° grupos; se filtra el líquido para recoger los precipitados, y el líquido filtrado se neutraliza con NH^3 y se agrega cloruro amónico; con el sulfuro amónico precipitan los radicales del 3.er grupo al estado de sulfuros o de óxidos, que también se recogen sobre el filtro. El sulfuro amónico, que en exceso existe en el líquido del cual hemos separado los radicales del 3.er grupo, se destruye con ClH, auxiliado por el calor: casi siempre se produce en este tratamiento un precipitado de *azufre,* debido a que el sulfuro amónico está polisulfurado, y cuyo precipitado hay que separar.

Los radicales del 4.° grupo precipitan con los carbonatos y fosfatos alcalinos; en el líquido filtrado se encuentran los radicales del 5.° grupo, que no precipitan con ninguno de los reactivos indicados.

Hemos dicho que al someter el líquido de reacción ácida a la acción del SH^2, se precipitan los radicales del 1.° y 2.° grupos; para separarlos se agrega al precipitado sulfuro amónico; los del 1.er grupo se disuelven en el sulfuro amónico; los del 2.° grupo son insolubles en dicho reactivo.

A continuación indicamos la clasificación de los radicales metálicos, adoptada por la mayoría de los químicos modernos, y que es la que nosotros hemos indicado muy superficialmente:

1.er *Grupo.*—Precipitan en solución ácida por el SH^2, siendo el precipitado soluble en el sulfuro amónico. *Arsénico, antimonio, estaño, oro, platino, molibdeno, selenio, tungsteno, iridio, teluro.*

2.° *Grupo.*—Precipitan en solución ácida por el SH^2, siendo el precipitado insoluble en el sulfuro amónico. *Plata, mercurio, plomo, cadmio, bismuto, cobre, paladio, osmio, rutenio, rodio.*

3.er *Grupo.*—No precipitan con el SH^2, pero sí por el sulfuro amónico en solución neutra o alcalinizada con NH^3. *Manganeso, zinc, hierro, níquel, cobalto, cromo, aluminio, zirconio, titano, glucinio, cerio, urano, vanadio, indio, galio.*

4.° *Grupo* (1).—No precipitan en soluciones ácidas y neutras con el SH^2 y sulfuro amónico, pero precipitan con los fosfatos o carbonatos alcalinos en presencia del cloruro amónico. *Magnesio, bario, estroncio, calcio.*

5.° *Grupo.*—No precipitan por ninguno de los reactivos generales. *Potasio, sodio, amonio, rubidio, cesio.*

Clasificación de los ácidos minerales

Los reactivos generales para clasificar los ácidos minerales son los siguientes: 1.°, solución acuosa normal de *cloruro bárico* (1 : 20), y 2.°, solución acuosa normal de *nitrato argéntico* (1 : 19); para la subdivisión de algún grupo se emplean el *ácido sulfhídrico, sulfuro amónico, ácidos clorhídrico* y *nítrico.*

El cuadro que indicamos a continuación es el que generalmente se adopta en las obras de análisis químico:

1.ER GRUPO

Acidos que precipitan por el *cloruro bárico* ....

1.ª Sección.—El precipitado se descompone con SH^2 y $S(NH^4)^2$.—Acidos: *antimónico, estánnico, arsenioso, arsénico, crómico, molíbdico, sulfuroso, hiposulfuroso, iódico.*

2.ª Sección.—El precipitado es insoluble en ClH y NO^3H, y no se descompone con SH^2 ni $S(NH^4)^2$. Acidos: *sulfúrico, hidrofluosilícico.*

3.ª Sección.—El precipitado se disuelve en los ClH y NO^3H, sin descomposición aparente.—Acidos: *bórico, oxálico, fosfórico, fluorhídrico.*

4.ª Sección.—El precipitado se disuelve con descomposición aparente en el ClH o produce un nuevo precipitado gelatinoso.—Acidos: *carbónico* y *silícico.*

2.° GRUPO

Acidos que no precipitan con el cloruro o nitrato bárico, pero sí con el nitrato argénico.....

Acido clorhídrico.
— *bromhídrico.*
— *iodhídrico.*
— *sulfhídrico.*
— *nitroso.*
— *cloroso.*
— *hipocloroso.*
— *hipofosforoso.*

3.ER GRUPO

Acidos que no precipitan por los reactivos generales.....

Acido nítrico.
— *clórico.*
— *perclórico.*

(1) Algunos dividen este grupo en dos: 1.° Precipitan por el carbonato amónico en presencia del cloruro amónico. *Bario, estroncio* y *calcio.* 2.° Precipitan por el fosfato sódico en presencia del amoníaco y del cloruro amónico. *Magnesio.*

ANÁLISIS MICROQUÍMICO

El análisis microquímico mineral tiene por objeto reconocer cantidades miligramáticas de materias minerales, haciendo uso de los reactivos y el microscopio.

Cuando se someten algunas materias minerales a la acción de ciertos reactivos, se producen cristales visibles al microscopio, adoptando formas especiales muy características. Es condición indispensable que el compuesto resultante de la reacción química esté cristalizado y sea poco soluble.

El procedimiento microquímico adolece hoy de muchas deficiencias, pero está llamado a ser uno de los principales métodos de análisis mineral y orgánico.

Estos ensayos se efectúan operando con pequeña cantidad de mineral, disolviéndole en ácido clorhídrico, fluorhídrico, fluosilícico o sulfúrico; una gota de estas disoluciones se coloca en el portaobjeto y se cubre con una laminita diáfana de vidrio, baritina o con una capa de bálsamo del Canadá.

Hay casos en los que se agrega a la disolución el reactivo, y evaporando una gota sobre el portaobjeto, se obtienen cristales que luego se estudian y clasifican al microscopio.

Pueden caracterizarse—entre otros—microquímicamente los compuestos siguientes:

Sodio.—Los minerales de sodio, descompuestos con ácido fluosilícico, dan por evaporación cristales de fluosilicato sódico; estos cristales son exagonales, con predominio del 0001; aparecen libres o maclados.

Para reconocer los silicatos sódicos se descomponen con ácido fluorhídrico. Si el compuesto sódico se trata con acetato de urano, se forman unos tetraedros amarillos muy característicos.

Potasio. — Concentrada la disolución salina potásica, acidulada con ClH y tratada luego por el cloruro platínico, produce cloroplatinato potásico amarillo; tomando una gota del fondo del tubo donde se verificó la reacción y evaporándola muy suavemente en el portaobjeto, se obtienen cristales octaédricos y cúbicos característicos.

Magnesio. — Disuelto un compuesto magnésico, si se agrega a la disolución NH^3 y fosfato sodoamónico, se forma precipitado cristalino de fosfato magnésico amónico; estos cristalitos, vistos al microscopio, son muy característicos; aparecen aislados o en agrupaciones regulares, con hendeduras ter-

minales muy marcadas. Los fosfatos se reconocen de la misma manera.

Calcio.—Tratada la disolución de compuesto cálcico con el SO^4H^2, se formará sulfato cálcico poco soluble; evaporada una gota sobre el portaobjeto y observando el residuo al microscopio, se ven agujas monoclínicas, ordinariamente unidas en grupos bastante numerosos.

Bario.—Las disoluciones de compuestos báricos, tratadas con fluosilicato amónico, producen fluosilicato bárico; en el microscopio pueden observarse los cristales exagonales, constituídos unos por romboedros agudos y otros con forma de prismas exagonales alargados.

Aluminio.—La disolución sulfúrica de los compuestos alumínicos, puesta en contacto con cloruro de cesio, produce cristalitos de alumbre de cesio; estos cristales, observados al microscopio, son regulares, octaédricos muy bien determinados.

SÍNTESIS MINERAL.—Con el título de síntesis mineral se estudian los procedimientos seguidos en los laboratorios para la reproducción artificial de los minerales con forma cristalizada. Seguir los procedimientos empleados por la naturaleza para la formación de los minerales es en bastantes casos muy difícil, no sólo por carecer de medios con que resolver el problema, sino también por sernos desconocidos los procedimientos naturales.

Conocido el yacimiento del mineral, su composición química, las substancias con las cuales está asociado y algún otro dato geológico, se puede—por lógicas deducciones—seguir aproximadamente el procedimiento natural; reproducir el mineral por ese procedimiento u obtenerlo por otros medios que enseña la química, es siempre asunto de gran interés y ha dado lugar a trabajos muy importantes, de los cuales merecen ser citados los de Mitcherlich, Macé, G. Rose, Daubré, St. Claire-Deville, Fouqué, Bourgeois, Meunier, etc., que han enriquecido este campo con gran número de datos interesantes y de trascendencia científica. Quien quiera profundizar en tales estudios, debe consultar—a más de los trabajos especiales y monografías—las notables obras de Fouqué, Bourgeois y E. Meunier.

Los procedimientos de síntesis mineral son muy variables; los usuales son: por fusión, sublimación, reacciones con gases o vapores a altas temperaturas, disoluciones y reacciones en frío y a elevada temperatura, cambios moleculares a temperatura ordinaria, difusión, etc., etc.

Por fusión.—Fundiendo en crisol—o en aparatos espe-

BIBLIOTECA DEL INSTITUTO PROVINCIAL SORIA

ciales, según las especies—los componentes del mineral en cantidades proporcionadas, se obtienen por enfriamiento ejemplares cristalizados. Así, por ejemplo, fundiendo azufre y antimonio se obtienen agujas de *antimonita;* fundido el *azufre,* por enfriamiento se obtienen cristales monoclínicos; la mezcla proporcionada de cal, magnesia y sílice, fundida, produce cristales de *augita* (Mitcherlich); un procedimiento por fusión muy curioso, para obtener *minerales feldespáticos, leucita* y otros, es el empleado por Fouqué y M. Lévy; consiste en fundir la mezcla de substancias constitutivas del mineral y mantenerla luego líquida bastante tiempo con una temperatura que no exceda del punto de fusión; los cristales así obtenidos son pequeños, microscópicos, pero bien definidos. Según Manross, se obtiene *baritina* fundiendo una mezcla de sulfato potásico y cloruro bárico: $SO^4K^2 + Cl^2Ba = 2ClK + SO^4Ba$; el cloruro potásico se separa por ser soluble en el agua, y el residuo presenta los caracteres de baritina.

En las escorias de las forjas se descubren con frecuencia drusas de silicatos: *olivino, augita,* etc.

Sublimación.—Los cristales de *salmiac, sal común, azufre,* etcétera, que se encuentran en los cráteres de los volcanes, acusan el origen por sublimación.

Cristales de *galena, cinabrio, kerargirita, oropimente, arsenico,* etc., se obtienen fácilmente sublimando en aparato cerrado las materias que los integran.

St. Claire-Deville preparó la *wurtzita* calentando al rojo en tubo de porcelana sulfuro de zinc precipitado en presencia de una corriente de hidrógeno; en las partes más frías del tubo aparecen cristalitos exagonales de aquel mineral.

Reacción entre vapores a elevada temperatura.—Si se hace atravesar una corriente SH^2 por una vasija que contenga vapor de cloruro de cobre, y todo ello a elevada temperatura, se forman cristales rómbicos de *calcosina:* $CuCl^2 + SH^2 = 2\,ClH + SCu$. Por este procedimiento, y mediante igual reacción, Durocher preparó cristales de *blenda:* $ZnCl^2 + SH^2 = 2\,ClH + SZn$. Así obtuvo también St. Claire-Deville la *greenokita,* a partir del sulfuro de cadmio amorfo. El vapor de agua, reaccionando con el fluoruro de titano a gran temperatura, produce *rutilo* (Hautefuille); si el vapor de agua —mediante las mismas condiciones—reacciona con el cloruro de estaño, se forma *casiterita* (Daubré); si sobre el cloruro férrico, el *oligisto:* $Cl^6Fe^2 + 3\,H^2O = 6\,ClH + Fe^2O^3$; si sobre el cloruro alumínico, el *corindon:* $Cl^6Al^2 + 3\,H^2O = 6\,ClH + Al^2O^3$ (Senarmont). Reaccionando el fluoruro de silicio sobre el óxido de zinc, se producen cristales hemiédri-

co-exagonales de *willemita:* $SiFl^4 + 4\ ZnO = 2\ Fl^2Zn + SiO^4Zn^2$ (St. Claire-Deville).

Disoluciones.—La disolución puede ser en caliente o en frío, empleando como disolvente el agua o ciertas substancias fundidas, tales como el ácido bórico, bórax, carbonato sódico, cloruro sódico, sal de fósforo, etc.

Son muchas las substancias, casi todas las solubles, que, disueltas en agua y luego concentrada la disolución, producen cristales; este es el procedimiento general de laboratorio para purificar por cristalización muchos cuerpos, y del cual nada más diremos por ser demasiado conocido.

El procedimiento de síntesis, en el que el disolvente es una materia fundida, se debe a Ebelmen y Hautefuille. Fundiendo con ácido bórico (disolvente) sílice, magnesia y óxido de hierro, y manteniendo la mezcla al rojo se forman—luego de volatilizado en parte el disolvente—unos cristales rómbicos de *olivino;* por el mismo procedimiento, empleando ácido bórico (o carbonato sódico), óxido cálcico y anhídrico titánico, se obtienen cristales miméticos cúbicos birrefringentes de *perowskita;* con la alúmina se obtiene el *corindon,* y con aquélla y la magnesia el *rubí espinela.* Hautefuille preparó la *tridimita*, fundiendo la sílice con tungstato sódico.

Difusión.—La mezcla lenta de dos substancias disueltas que tienen la propiedad de reaccionar, produce, a veces, cristales difíciles de obtener por otro procedimiento. La difusión puede verificarse separando los líquidos por un tabique de papel, o bien—estando en vasijas separadas—uniendo los líquidos por una torcida absorbente. Drevermann y Macé han obtenido así algunos minerales; dos disoluciones acuosas de nitrato bárico y sulfato ferroso, unidas por una torcida, producen al cabo de algún tiempo cristales de *baritina;* $(NO^3)^2Ba + SO^4Fe = SO^4Ba + (NO^3)^2Fe$; la *anglesita* y *crocoita* se obtienen por el mismo procedimiento: $(NO^3)^2Pb + SO^4Fe = SO^4Pb + (NO^3)^2Fe$; $(NO^3)^2Pb + CrO^4K^2 = CrO^4Pb + 2\ NO^3K$.

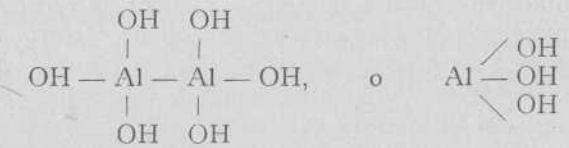
Cambios moleculares.—Se conocen substancias que por la acción del tiempo sufren un cambio molecular, adoptando formas cristalizadas; por ejemplo, las agujas monoclínicas de *azufre* con el tiempo se transforman en agregados de cristales rómbicos; el sulfuro de mercurio amorfo, sumergido en lejía de potasa, llega a formar cristales de *cinabrio;* el carbonato cálcico amorfo, sumergido en el agua, se convierte en *calcita* romboédrica. Calentando en tubo de porcelana óxido manganoso-mangánico en presencia de una corriente de hi-

drógeno adquiere formas tetragonales propias de la *hausmannita* (St. Claire-Deville).

Fórmulas químicas.—En las obras antiguas de Mineralogía, en vez de fórmulas químicas se usaban unas fórmulas llamadas mineralógicas, en las que el símbolo de algunos elementos, tales como el oxígeno y azufre, se sustituía por señales colocadas sobre los demás símbolos. Hoy estas fórmulas no se emplean.

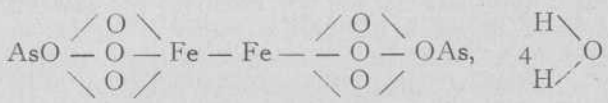
Las fórmulas químicas de los cuerpos son expresiones de la constitución molecular mediante los símbolos de los átomos que la integran; las más científicas son las *desarrolladas* o de *constitución atómica*, en las cuales los símbolos de los átomos están unidos por sus valencias o atomicidades, pero de tal manera que los radicales o grupos que se suponen pasan íntegros en las combinaciones, aparezcan formando grupos.

La fórmula de la *hidrargilita* es $Al^2O^6H^6$, o $Al(OH)^3$ y en fórmula desarrollada



que dice—la primera—que el aluminio está en átomo doble exavalente, y el agua en grupos de oxidrilos (OH) monovalentes; según otros, el Al es siempre trivalente, como indica la segunda fórmula.

La *escorodita* es un ortoarseniato férrico tetrahidratado: $(AsO^4)^2Fe^2$, 4 H^2O, y en fórmula desarrollada:



Polimorfismo.—Estudiando comparativamente algunos minerales, se descubre en ellos igualdad química y diferencias morfológicas tan notables que los mineralogistas no dudaron en considerarlos especies distintas. Este fenómeno, que presentan ciertas substancias, de cristalizar en formas de distinta serie, es lo que se llama *polimorfismo*.

Las diferencias no se refieren sólo a la morfología, sino también a otros caracteres, entre los que descuellan la densidad, propiedades ópticas y todas las dependientes de la simetría.

Los casos hasta ahora bien estudiados de polimorfismo, son el *dimorfismo* y *trimorfismo*.

Substancias dimorfas se conocen muchas, de las cuales las más vulgares son:

Azufre.—Rómbico, peso específico 2,1; monoclínico, peso específico 1,97.

Carbonato cálcico.—*Calcita* (exagonal), peso específico 2,72; *Aragonito* (rómbico), pes. esp. 2,94.

Sulfuro de hierro.—*Pirita* (regular), pes. esp. 5,1; *Marcasita* (rómbico), pes. esp. 4,86.

Óxido antimónico.—*Valentinita* (rómbico), pes. esp. 5,6; *Senarmontita* (regular), pes. esp. 5,3.

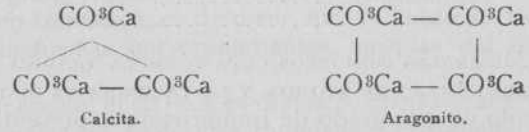
Sulfuro de cinc.—*Blenda* (regular), pes. esp. 3,9; *Wurtzita* (exagonal), pes. esp. 4,06

Sulfuro de mercurio.—*Cinabrio* (exagonal), peso específico 8,2; *Metacinabarita* (regular), pes. esp. 7,8.

Un caso de trimorfismo lo presenta el anhídrido titánico (TiO^2): *Rutilo* (tetragonal), pes. esp. 4,25, RA = 1 : 0,6442; *Anatasa* (tetragonal), pes. esp., 3,8, RA = 1 : 1,778; *Brookita* (rómbico), pes. esp. 4,1.

El anhídrido silícico (SiO^2) muestra también polimorfismo marcado, aun cuando hasta hoy no es posible señalar cuál sea el grado que le corresponde, debido a las especies propuestas y a la crítica que de ellas se han hecho; el *cuarzo* (exagonal), pes. esp. 2,65; *tridimita* (triclínico), pes. esp. 2,27; *cristobalita* (tetragonal), pes. esp. 2,34; a cuyas especies hay que agregar la *asmanita* (rómbica), descubierta por Maskelyne en un hierro meteórico.

Según la teoría molecular, el polimorfismo depende de la constitución de la molécula cristalina, pues es lógico suponer que las atracciones entre los sistemas de moléculas serán de orden distinto, según el número de moléculas químicas que se unen para formar la cristalina, El dimorfismo, por ejemplo, del carbonato cálcico, se explica suponiendo que la molécula cristalina de la calcita está formada por tres moléculas químicas y por cuatro la del aragonito.



Calcita. Aragonito.

Mallard supone que el polimorfismo depende de las diferentes uniones que se verifican entre partes de distinta orien-

tación, correspondientes a cristales de simetría límite. Lo que se demuestra en la práctica es que las variaciones morfológicas dependen de las condiciones en que se verificó la cristalización; la temperatura, presión, corrientes eléctricas, presencia de cuerpos extraños, son causas suficientes para que los minerales adopten formas diversas.

ISOMORFISMO.—Caso inverso del polimorfismo; es la propiedad que tienen algunas substancias de composición química diferente, *pero de igual arquitectura molecular*, de cristalizar en la misma serie, dentro del sistema cristalino. Cuando la arquitectura molecular es distinta, puede conservarse la semejanza o igualdad de los ángulos diedros; este caso es el *isogonismo*, que no debe confundirse con el isomorfismo. Hay casos de minerales isomorfos en los que existe gran diferencia en el valor angular; por ejemplo, la *acerdesa* y *goethita*, las dos del sistema rómbico.

Acerdesa — $Mn^2O^4H^2$ — 110 : $\bar{1}10$ = 80°, 20'; 011 : $0\bar{1}1$ = 57°10'
Goethita — $Fe^2O^4H^2$ — 110 : $\bar{1}10$ = 85°, 8'; 0,10 : $0\bar{1}1$ = 62°, 30'

Casos de isomorfismo.—Todos los casos de isomorfismo pueden reducirse a tres grados:

1.° MINERALES ISOMORFOS CUYA FÓRMULA QUÍMICA CONTIENE EL MISMO NÚMERO DE ÁTOMOS, Y LA VALENCIA DE LOS RADICALES ES LA MISMA.—Es el caso más general.

Serie isomorfa exagonal-romboédrica de los carbonatos:

Calcita	CO^3Ca
Giobertita	CO^3Mg
Dolomita	CO^3Ca, CO^3Mg
Smithsonita	CO^3Zn
Siderita	CO^3Fe
Rodocrosita	CO^3Mn
Ankerita	CO^3Ca, CO^3Fe
Pistomesita	CO^3Mg, CO^3Fe

Serie isomorfa rómbica de los carbonatos:

Aragonito	CO^3Ca
Witherita	CO^3Ba
Estroncianita	CO^3Sr
Cerusita	CO^3Pb

2.° MINERALES ISOMORFOS CUYA FÓRMULA QUÍMICA CONTIENE EL MISMO NÚMERO DE ÁTOMOS, Y LA VALENCIA ES DISTINTA.

Ejemplo de este grado de isomorfismo lo presenta la *calcita* y *nitratina*, del sistema exagonal romboédrico:

Calcita	CO^3Ca
Nitratina	NO^3Na

en cuyas fórmulas se ve que el número de átomos es el mismo; pero la valencia distinta: C, tetravalente; N, pentavalente; Ca, bivalente; Na, monovalente.

3.° Minerales isomorfos cuya fórmula química contiene diferente número de átomos, y la valencia de los radicales es la misma.

Por el sencillo enunciado de la ley, se desprende que a ella sólo pueden referirse los compuestos alcalinos, entre los que necesariamente ha de existir el radical amonio (NH^4) como término de comparación. El sulfato magnésico-amónico hidratado $(SO^4)^2Mg\ (NH^4)^2, 6H^2O$, es isomorfo con el sulfato magnésico potásico hidratado $(SO^4)^2\ Mg\ K^2, 6H^2O$, según el enunciado de la ley antes indicada. Otro ejemplo nos lo ofrece la *kalinita* y *tschermigita*, octaédricos regulares:

Kalinita..... $(SO^4)^3Al^2, SO^4K^2 + 24H^2O$
Tschermigita... $(SO^4)^3Al^2, SO^4(NH^4)^2 + 24H^2O$

En estas y en las anteriores fórmulas se descubre que para 2 átomos de K, hay en el $(NH^4)^2$, 2 de N y 8 de H.

La molécula cristalina de los minerales isomorfos está formada de igual número de moléculas químicas, dispuestas de semejante manera.

Isodimorfismo.—Es la combinación del dimorfismo con el isomorfismo:

CO^3Ca... *Aragonito* (rómbico)..... *Calcita* (Ex. romboédrico).
NO^3K^2... *Nitro* (rómbico)... *Nitro romboédrico* (Ex. romboédrico).

El CO^3, Ca es dimorfo: aragonito y calcita; el NO^3K es también dimorfo. Nitro y nitro romboédrico. El aragonito y nitro, isomorfos de segundo grado; la calcita y el nitro romboédrico, también isomorfos de segundo grado.

El isodimorfismo no debe ser tan raro como hasta ahora se supone, pues dado el dimorfismo tan marcado que presentan algunas substancias y el isomorfismo que esos cuerpos tienen con otros, es de creer que andando el tiempo se descubran formas correspondientes, propias del isodimorfismo.

Por ejemplo, el CO^3Ca es dimorfo, *calcita* y *aragonito;* y siendo iguales las moléculas químicas y cristalinas CO^3Mg, CO^3Fe, CO^3Zn, etc., y CO^3Ba, CO^3Sr, CO^3Pb, lógico es que éstas sean también dimorfas, e isomorfas entre sí. Por eso, quizá lleguen a descubrirse romboedros de CO^3Ba,

CO^3Sr y CO^3Pb, así como cristales rómbicos de CO^3Mg, CO^3Fe y CO^3Zn.

Ex. Romboédrico		Rómbico
Calcita.....	CO^3Ca,.....	Aragonito.
.....	CO^3Ba.....	Witherita.
.....	CO^3Sr.....	Estroncianita.
Giobertita.....	CO^3Mg.....	
Siderita.....	CO^3Fe.....	
Smithsonita.....	CO^3Zn.....	
.....	CO^3Pb.....	Cerusita.

Mezclas isomorfas.—La hipótesis que hemos hecho al hablar del isodimorfismo, tiene otro fundamento muy racional: la existencia de mezclas isomorfas, considerando como tales a las substancias que aisladas producen minerales isomorfos. El CO^3Pb se une en mezcla isomorfa al CO^3Ca y adquiere la forma romboédrica *(plumbocalcita);* luego el CO^3Pb puede cristalizar en romboedros del sistema exagonal. Si se hace cristalizar la mezcla de *melanteria* SO^4Fe, $7H^2O$ (monoclínico), y *goslarita* SO^4Zn, $7H^2O$ (rómbico), se producen unos cristales monoclínicos constituídos químicamente por la mezcla isomorfa de las dos substancias. El CO^3Ba en mezcla isomorfa con el CO^3Ca, produce cristales rómbicos *(alstonita)*, isomorfos con el aragonito, witherita, etcétera, y también cristales monoclínicos *(baritocalcita)*. Fijándose en este último hecho, nada tendría de particular—y continuamos en el terreno de la hipótesis—que todos los carbonatos rómbicos y romboédricos fueran trimorfos, teniendo otra forma del sistema monoclínico.

Reuniendo disoluciones concentradas de dos substancias isomorfas, se forman cristales mixtos; es decir, constituídos por las dos substancias. Por ejemplo: la *epsomita* (SO^4Mg, $7H^2O$) y la *goslarita* (SO^4Zn, $7H^2O$) son isomorfas; mezclando disoluciones concentradas de estas dos materias, se forman unos cristales rómbicos isomorfos con la epsomita y goslarita, y constituídos químicamente por la mezcla de $x(SO^4Mg, 7H^2O) + x(SO^4Zn, 7H^2O)$.

Las experiencias de G. Rose demuestran que los trozos de cristales se reintegran en presencia de disoluciones de otra substancia, siempre que sea isomorfa; un trozo de cristal de aragonito sumergido en la disolución concentrada de NO^3K (nitro), crece regularmente hasta restaurar el cristal.

Por lo general, y aparte de raras excepciones, las propiedades ópticas, térmicas y eléctricas de los cristales mixtos, son las mismas que presentan aisladamente las substancias

integrantes. Los ángulos diedros tienen unas veces valor intermedio (plagioclasas y mezclas isomorfas de carbonatos), otras veces es muy distinto (experiencias de Neminar, Arzruni, Groth, etc., sobre la *baritocelestina* SO^4Ba, SO^4Sr, mezclas de perclorato y permanganato potásico, etc., etc.).

Pseudomorfismo.—A veces se presentan los minerales con formas que no les corresponden; a este fenómeno se llama *pseudomórfosis*, que quiere decir falsas formas.

Un cristal es desalojado de la roca por causas accidentales, y en ella queda un molde que reproduce exactamente el cristal; esa cavidad puede llenarse de una materia cualesquiera —por ejemplo, arcilla—, que por molde tomará la forma del cristal, forma que es falsa, pues no corresponde a la arcilla, sino al cristal que originó el molde.

De los varios casos de pseudomórfosis, los más notables se refieren a la *epigenia*. Se llama epigenia la pseudomórfosis procedente de la sustitución lenta y gradual de una materia por otra, conservándose la forma primitiva. Y ese cambio lento y gradual de unas moléculas por otras, resulta tan regular, que en la mayoría de los casos, no sólo se conserva la forma externa, sino la interna, hasta el punto de poderse clasificar el mineral primitivo por la estructura del poliedro resultante. Prueba de ello, son los fósiles vegetales y animales en los que, mediante epigenia, toda la materia orgánica fué reemplazada por sílice, por ejemplo, y hoy se conserva la organización de aquellos seres con tal perfección, que se los clasifica y estudia como si fueran ejemplares vivos.

Epigenia mineral.—La materia sustituída es inorgánica. Son muchos los casos que se conocen. La *siderosa* (Ex. romboédrica) pierde el CO^2, se hidrata y se convierte en *limonita;* en el mismo caso se encuentra la *pirita;* por eso es fácil ver la limonita—que no cristaliza—con formas cúbicas o piritoédricas (procedentes de la pirita), o en romboedros (procedentes de la siderosa). La *caliza* (Ex. romboédrica) convertida en *yeso* o *anhidrita*. El *olivino* (rómbico) en *serpentina*, siendo éste el origen, según investigaciones de Macpherson, de la serpentina de Serranía de Ronda. El sulfuro de plomo o *galena* (regular) se convierte en *cerusita*, conservándose la forma de la galena. La *cuprita*, en *malaquita;* la *magnetita*, en *oligisto*, etc., etc.

Epigenia orgánica.—La materia sustituída es orgánica; esta epigenia se conoce más comúnmente con el nombre de *petrificaciones*, y se originan cuando los cuerpos orgánicos

quedan sepultados en la tierra en condiciones especiales que impidan la putrefacción. Así resultan los llamados *fósiles*.

El caso más conocido es el llamado *xilópalo* u *ópalo leñoso*, o sean palmeras sepultadas en las que toda la materia orgánica fué reemplazada mediante epigenia, por hidrato silícico, pero en tal forma, que el aspecto y estructura del vegetal aparece tan bien conservado, que llega a clasificarse la especie botánica a que corresponde.

IV.—YACIMIENTO DE LOS MINERALES

El yacimiento o *tópica* de los minerales se refiere a la manera de estar dispuestos en la naturaleza, cantidad en que se hallan y relaciones que tienen con otros. Es un asunto muy complicado y de suma importancia práctica y científica.

Hay minerales que se encuentran profusamente repartidos por todas las capas terrestres; ejemplos son: el *cuarzo*, *calcita*, *feldespatos*, minerales de hierro (*limonita*, *oligisto*, etcétera), y en pequeñas cantidades casi siempre, el *apatito*, *pirita*, *piroxenos*, *anfiboles*, *cloritas*, etc. Otros minerales tienen yacimientos determinados: el *wolfran*, *casiterita*, etc., se encuentran en los terrenos arcaicos, sobre el granito; las *zeolitas* tienen yacimiento especial, casi siempre en rocas volcánicas. La *labradorita irisante* sólo se encuentra en la Costa del Labrador; la *criolita*, en la Groenlandia; el *oligisto* cristalizado irisante, en la isla de Elba, etc.

Los minerales metalíferos (*galena*, *blenda*, *cinabrio*, *calcopirita*, *pirita*, etc.) suelen presentarse formando filones. Son los *filones* resquebrajaduras en el terreno, de forma y magnitud variable, que se han llenado de masa metalífera; los minerales que rodean al filón son pétreos y llevan el nombre especial de *ganga*. Las gangas más frecuentes son: *cuarzo*, *caliza*, *fluorina* y *baritina*. En los filones concrecionados, o sean aquellos en los que el mineral y la ganga se disponen en capas concéntricas, se encuentran hermosos ejemplares cristalizados, que aislados o formando elegantes drusas, aparecen en las paredes de las resquebrajaduras o cavidades de la roca.

Formando depósitos de potencia variable, se presentan también los minerales, siendo este modo de yacer más propio de materiales no metalíferos; ejemplo es la sal común de Cardona, formando allí gran depósito rodeado de masa serpentínica.

Los minerales solubles (*vitriolos*, *alumbres*, *sal*, *natrón*, etcétera), cuando no están libres de la acción del agua, se disuelven en ella, dando origen a una porción de aguas mineromedicinales o salobres, que en el transcurso de la corriente van luego depositándolos en formas de cristales, nódulos,

estalactitas, y, en general, concreciones diversas o masas estratificadas.

Cuando los minerales yacen en el sitio de origen, por lo general están cristalizados o cristalinos; pero cuando los minerales fueron separados del yacimiento primitivo, por múltiples causas del acarreo natural, y se encuentran en los terrenos secundarios, es frecuente hallarlos en masas terrosas o compactas y modificados en la constitución química.

De todos modos el yacimiento es dato interesantísimo para el naturalista.

Por último, el yacimiento revela casi siempre el proceso en virtud del cual se originaron los minerales; la asociación y composición química de los minerales, reunidos en un filón o depósito, es dato imprescindible si el químico quiere seguir el procedimiento empleado por la naturaleza, en las operaciones de síntesis mineral.

BIBLIOTECA
DEL
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

V.—TAXONOMIA

La taxonomía mineralógica se ocupa de la clasificación de los minerales. No puede existir *metodo natural* en Mineralogía, porque no hay—como en Botánica y Zoología—*individuo*. Sin embargo, las clasificaciones modernas están fundadas en la subordinación de caracteres, resultando, por lo mismo, gran auxiliar en el estudio de la Mineralogía.

Muchas han sido las clasificaciones propuestas, mereciendo ser citadas las de Werner, Haüy, Beudant, Dufrénoy, Delafosse, Dana's, Tschermak, Zirkel y Naumann, Groth, etc.

Clasificación de Groth

I.—Elementos.	
II.—Combinaciones del S. Se. Te. As. Sb. Bi.	A.—Sulfuros metaloideos. B.—Sulfuros metálicos. C.—Sulfosales.
III.—Oxidos *(combinaciones oxigenadas de los elementos)*	A.—Anhidróxidos. B.—Hidróxidos. C.—Oxisulfuros.
IV.—Sales Haloideas.	A.—Sales sencillas. B.—Sales dobles. C.—Cxicloruros y Oxifluoruros.
V.—Nitratos, Iodatos, Carbonatos, Selenitos, Teluritos, Manganitos, Plumbatos.	A.—Nitratos, Iodatos. B.—Carbonatos. C.—Selenitos y Teluritos. D.—Manganitos y Plumbatos.
VI.—Sulfatos, Cromatos, Molibdatos, Tungstatos, Uranatos.	A.—Sulfatos y Cromatos. B.—Molibdatos, Tungstatos y Uranatos anhidros. C.—Sulfatos y Cromatos básicos e hiperbásicos. D.—Combinaciones anhidras de sulfatos y sales Halógenas. E.—Combinaciones anhidras de Cromatos y Iodatos. F.—Combinaciones anhidras de Sulfatos y Cromatos con Carbonatos y Cloruros. G.—Sulfatos y Uranatos monometálicos hidratados. H.—Sulfatos con varios metales, hidratados. I.—Combinaciones de Sulfatos con Cloruros y Nitratos, hidratados.

VII.—Boratos, Aluminatos, Ferritos, etc., Arsenitos. Antimonitos.	A.—Aluminatos, Boratos, etc., anhidros. B.—Boratos hidratados. C.—Boratos con Sulfatos, hidratados. D.—Arsenitos y Antimonitos.
VIII.—Fosfatos, Arseniatos, Antimoniatos, Vanadatos, Niobatos, Tantalatos.	A.—Sales anhidras, ácidas y normales. B.—Sales anhidras, básicas, con Cloro y Fluor. C.—Fosfatos, con Cromatos y Sulfatos. D.—Fosfatos, Arseniatos, etc., hidratados.
IX.—Silicatos, Titanatos, Zirconiatos, Thoratos, Estannatos (clasificación de Zirkel y Naumann).	1.º Grupo de la Andalucita. 2.º — Turmalinas. 3.º — Epidota. 4.º — Olivino. 5.º — Granates. 6.º — Werneritas. 7.º — Nefelina. 8.º — Micas. 9.º — Clintonitas. 10.º — Cloritas. 11.º — Talco. 12.º — Piroxenos y Anfiboles. 13.º — Cordierita. 14.º — Feldespatos. 15.º — Zeolitas. 16.º — Arcillas. 17.º — Titanatos.
X.—Combinaciones y Productos orgánicos.	A.—Sales orgánicas. B.—Hidrocarburos. C.—Resinas (Ceras). D.—Carbones.

MINERALOGÍA DESCRIPTIVA

I.—ELEMENTOS

CUERPOS SIMPLES NATIVOS O EN MEZCLAS ISOMORFAS

Diamante.—*Carbono puro. C.*—Hemiedria tetraédrica del sistema regular. Frecuente la combinación de los dos tetraedros, directo e inverso, desarrollados con igual amplitud, dando al conjunto la forma holoédrica octaédrica; en los cristales de diamante se han descubierto todas las formas holoédricas del sistema regular. Con mucha frecuencia las aristas y caras aparecen curvas; cuando este fenómeno está muy acentuado, los cristales son casi esféricos.

Maclas frecuentes, en las que el plano de gemelismo es una cara correspondiente al octaedro 111; otra macla que se conoce en el diamante, es de ejes paralelos, constituída por dos tetraedros hemitropiados y desarrollados con igual amplitud; esto hace que la macla sea poco visible y que para ponerla de manifiesto haya que hacer un detenido examen. Exfoliación fácil, según caras del 111.

Frágil, fractura concoidea; color variable, incoloro, verde, amarillo, rojo, azul y negro, según las materias colorantes que tenga en interposición; lustre adamantino típico. Dur. 10; pes. esp. 3,5. Opticamente isótropo muy refringente; $n = 2{,}42$; muestra una dispersión cromática muy intensa y reflexión total en los ejemplares tallados. En luz polarizada presenta el diamante fenómenos de interferencia anormales, lo que Jannettaz explica por la presencia en los cristales de inclusiones gaseosas a cuyo alrededor existe un disco birrefringente; pero es más racional suponer con Brewster que las inclusiones gaseosas, estando fuertemente comprimidas, determinan una fuerza elástica tal sobre las partículas cristalinas, que altera completamente la estructura molecular y por consecuencia se verifica una distensión interna.

Al dardo del soplete se quema sin dejar residuo; si se quema en atmósfera de oxígeno, arde con llama intensísima

y desprende anhídrido carbónico. Inatacable e insoluble en todos los ácidos y álcali.

Tres son las variedades que se conocen de diamante: 1.ª, *diamante propiamente dicho*, o sea el cristalizado; 2.ª, *bort*, masas redondeadas de estructura radiada, y 3.ª, *diamante carbonatado*, que es la variedad más impura, pues quemado deja un residuo del 2 al 2,5 por 100, masas cristalinas de coloración pardusca. Según la talla, los joyeros distinguen el *brillante*, o sea el diamante tallado por la parte superior e inferior de manera que puede montarse al aire; el *diamante rosa*, cuando sólo está tallado por la parte superior y se monta cerrado de modo que quede oculta la parte no tallada; y, por último, la *tabla*, que son los diamantes planos.

El yacimiento más antiguo es Golconda (India) y la Isla de Borneo; allí se encontraba—pues hoy está agotado—en las arenas silíceas y ferruginosas del terreno diluvial. Donde se explota es en el Brasil, en las minas Geraës y en Bahía, apareciendo allí el diamante engastado en la arenisca denominada *itacolumita*, así como también se encuentra en el Cabo de Buena Esperanza, Transvaal y Montes Urales. Fué citado en Andalucía, en la serpentina de un arroyo próximo a Carratraca (Málaga). Según Bauer, hay analogías entre la roca serpentínica del arroyo da Carratraca y la de los yacimientos de diamantes del Sur de Africa. Posteriormente, como es natural, se han hecho activas investigaciones en el arroyo de Carratraca, sin que hasta el presente hayan dado resultados positivos.

Debido a la escasez en que se encuentra en la Naturaleza, su resistencia a los ácidos, su dureza, y, sobre todo, a la enérgica dispersión cromática, a la refringencia tan poderosa y hermosos destellos de luz que produce, hacen del diamante la piedra preciosa de más valor; en este concepto el diamante tiene importancia en joyería; el *carbonatado* lo emplean en aparatos de sondeo y taladro de rocas, y el *bort*, para el pulimento del diamante y demás piedras preciosas. En tiempos de la polifarmacia tuvo algún uso medicinal, pero sin ningún fundamento científico; lo emplearon para destruir los cálculos urinarios, fundándose en la dureza; también tuvo uso como antidisentérico y para combatir la embriaguez.

Grafito.—*Plumbagina*, *lápiz plomo*.—Carbono puro o con pequeña cantidad de óxido férrico, no siendo raro encontrar también substancia bituminosa y materia arcillosa; la especie *grafito*, la *cristalizada*, es carbono puro; pero de distinta agregación molecular que el diamante.

Monoclínico. Según Kenngot, corresponde al exagonal.

Posteriormente se han estudiado los cristales de grafito de Pargas, y en ellos se ha descubierto corresponden de hecho al monoclínico. Láminas de contorno exagonal formadas por 001, 010 y 110.

En algunos ejemplares se descubren dos direcciones de exfoliación: una prismática imperfecta y otra más fácil, según el pinacoide básico. Con frecuencia se presenta en agregados compactos, escamosos, hojosos y radiados, de color negro y lustre metálico; deleznable y suave al tacto. Dur. 1; pes. esp. 1,9 — 2,3. Arde en el oxígeno, aunque más difícilmente que el diamante, desprendiendo anhídrido carbónico. Calentado en cápsula de platino deja residuo constituído principalmente por óxido férrico. El ácido clorhídrico no le ataca, si el mineral está puro; pero como, generalmente, contiene óxido férrico, suele notarse débil reacción química.

El grafito es substancia que forma parte de muchas rocas; existe en la pizarra grafítica que aparece entre las pizarras arcillosas antiguas y las masas calizas; aparece diseminado en muchos granitos y rocas gneísicas, habiéndose observado en muchos meteoritos. Los principales yacimientos de grafito son los de Tunguska (Siberia), Pargas (Finlandia), en cuyo yacimiento existen ejemplares cristalizados que representan la característica monoclínica bastante bien manifiesta; Ticonderoga (Estados Unidos). En España existe en Sierra Bermeja (Málaga), Atienza (Guadalajara), Benabarre (Huesca), Cabo Peñas (Asturias), El Muyo (Segovia), El Escorial (Madrid), San Juan (Toledo), San Clemente de Llobregat y Gracia (Barcelona), etc.

Muchas son las aplicaciones que tiene el grafito; sirve para la construcción de las barras de lapiceros, crisoles y hornillos; como lubrificante en los roces de las máquinas, para cuyo objeto suelen mezclarlo con sebo. Medicinalmente se preconizó contra la herpes venérea y enfermedades cutáneas crónicas, así también como astringente y secante.

B.—Grupo del azufre

Azufre

Azufre nativo. S.—Hemiedria esfenoédrica del sistema Rómbico. R A = 0,813 : 1 : 1,904; valor angular de las aristas polares de la pirámide fundamental (111) = 106°,38′ y 84°,58′; las del prisma (110) = 101°,52′. En los cristales de Sicilia son frecuentes las formas esfenoédricas correspon-

dientes a la protopirámide 113, a la que suele unirse la pirámide fundamental 111 y el pinacoide básico 001. A más de la forma indicada se conocen las siguientes: 111, 001; 111, 113 (fig. 60); 111, 110; 111 y braquidomo 011; siendo frecuente la pirámide aislada (fig. 61).

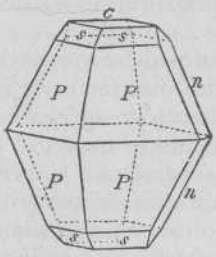


Fig. 60

Maclas, según una cara del protoprisma 110, braquidomo 011, o más frecuentemente, según el macrodomo 101; exfoliación poco fácil, según el prisma 110 y pinacoide básico 001.

Cuando el azufre se hace cristalizar por fusión se forman agujas monoclínicas; por este concepto es considerado el azufre substancia dimorfa.

Grupos drusiformes o en masas concrecionadas, compactas, terrosas y pulverulentas; fractura concoidea o desigual, color amarillo de limón, a veces rojizo, grisáceo y negruzco, debido a la presencia de substancias extrañas; brillo adamantino, resinoso en las superficies de fractura. Dur. 1,5; pes. esp. 2 — 2,1. Mal conductor del calor, y se demuestra porque apretado entre los dedos, produce un ruido especial, debido a la rotura de las partículas cristalinas al oponer resistencia al paso de la corriente calorífica. Birrefringente biáxico con signo positivo; bisectriz aguda normal al pinacoide básico 001; $n_g = 2{,}24$; $n_m = 2\ 02$; n_p 1,95. Se electriza negativamente por frotamiento. En algunos ejemplares, sobre todo los procedentes de Sicilia, se observan al microscopio inclusiones redondeadas o irregulares, constituídas por líquidos diáfanos e incoloros.

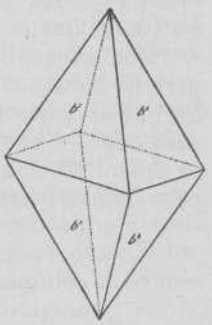


Fig. 61

A la acción del calor en tubo cerrado por los dos extremos, se funde a los 140°, y a los 450° se volatiliza, sublimándose en las paredes frías del tubo; al dardo del soplete se funde, e inflama a los 270°, produciendo llama azulada, y exhala olor a pajuela, debido a la formación de anhídrido sulfuroso. Soluble en la esencia de trementina y sulfuro de carbono, en cuyas disoluciones cristaliza en el sistema rómbico.

Tres orígenes reconoce el azufre natural: 1.°, precipitación en los depósitos de aguas sulfuradas; 2.°, reducción de los sulfatos por las substancias orgánicas, y 3.°, descomposición del ácido sulfhídrico que se desprende en las emanacio-

nes volcánicas, obrando como agente de descomposición el aire atmosférico.

Se encuentra en los terrenos terciarios asociado al *yeso*, constituyendo capas estratiformes, así como también en el de sedimento secundario; en las sulfaturas volcánicas aparece en eflorescencias y también cristalizado, asociado a la *celestina* y *calcita*. Son notables los yacimientos de la cordillera Tinguirica, Cerro de Azufre, en el desierto de Atacama (Chile); en el cráter del volcán Taal (Isla de Luzón), en el Teide (Canarias), Quito, Carrera y Bex (Sicilia). En España se encuentran hermosos cristales en Conil (Cádiz), Río Deva y Libros (Teruel), Hellín (Albacete); en Gádor (Almería) se hallan buenos ejemplares cristalizados, constituídos por la pirámide rómbica, terminada en forma de cuña; azufre compacto sobre óxido férrico se encuentra en el Barranco Francés (Sierra Almagrera).

El azufre del comercio se halla despojado de la ganga y de la mayor parte de las substancias que le impurifican en la naturaleza; y como para purificarlo de la ganga se emplean distintos procedimientos, he ahí el que existan varias suertes comerciales: *azufre en cañón, flores de azufre y azufre en masa.*

De todas las suertes de azufre, las más notables e importantes, desde el punto de vista farmacéutico y médico, son el *sublimado* y el *precipitado*. El azufre *sublimado* recibe también el nombre de *flores de azufre*, que resulta de sublimar el azufre nativo; más bien que operación farmacéutica es industrial; lo que el farmacéutico hace es reconocerlo y purificarlo si no está en condiciones aptas para el uso. El azufre *precipitado* procede de la precipitación de los polisulfuros por un ácido en exceso.

Es de gran importancia el reconocimiento de las substancias que impurifican el azufre comercial; dos son las substancias que principalmente han de investigarse: el *anhídrido arsenioso* y el *ácido sulfúrico*.

Desleída pequeña cantidad en agua, no ha de enrojecer el papel azul de tornasol *(ausencia de ácido sulfúrico)*; a la mezcla se agrega una solución concentrada de carbonato amónico y se pone en digestión por espacio de media hora, al cabo de la cual se filtra; en una parte del líquido filtrado se agrega una pequeña cantidad de ácido clorhídrico: si se produce un precipitado amarillo, prueba la existencia del *sulfuro de arsénico;* otra pequeña cantidad del líquido se destina al reconocimiento del *anhídrido arsenioso*, el que se hace patente, si existe, porque con la corriente del ácido sulfhídrico y auxiliado por el calor se producirá un precipitado amarillo. Ca-

lentado el azufre en cápsula de porcelana, ha de volatilizarse sin dejar residuo; en caso contrario, tiene en mezcla substancias fijas. La investigación del *arsénico* con el aparato de Marsh es procedimiento clásico y de buenos resultados prácticos: se reduce a tratar, auxiliado por el calor, el azufre pulverizado por ácido sulfúrico de 66°; enfriada la mezcla, se introduce en el frasco juntamente con la productora de hidrógeno; si existe arsénico, se desprenderá al estado de hidrógeno arsenical, que, al quemarse en la punta capilar del tubo de desprendimiento, se depositará *arsénico metálico* sobre la cápsula de porcelana. Las manchas de arsénico son negras irisadas, brillantes, con el margen pardo aleonado y solubles rápidamente en el hipoclorito sódico recién preparado.

El azufre ha tenido uso desde la antigüedad, empleándose como desinfectante; en Medicina se usa en pomadas contra las afecciones cutáneas, siendo en este concepto un excelente específico; también se usa al interior como sudorífico, expectorante, tónico y estimulante; en agricultura, para combatir el *oidium* y otras enfermedades producidas por parásitos; en la industria, para la obtención del ácido sulfúrico y anhídrido sulfuroso, para la preparación de la pólvora, asociándole al nitro y al carbón en proporciones convenientes, así como también para la fabricación de moldes, etc., etc.

Arsénico.—*Arsénico nativo. As.*—Hemiedria romboédrica del sistema Exagonal. Los cristales están formados por los romboedros π $(10\bar{1}1)$ y π $(01\bar{1}2)$ y la base 0001. Maclas, según caras del romboedro π $(01\bar{1}2)$; exfoliación imperfecta, según π $(01\bar{1}2)$; perfecta, según 0001.

Rara vez se presenta cristalizado el arsénico; ordinariamente, en masas racimosas, esferoidales, estratiformes, arriñonadas y compactas; frágil, fractura desigual; color gris plomizo en las superficies de fractura, negruzco al exterior por alteración del mineral; brillo metálico. Dur. 3,5; pes. específico 5,7 — 5,8.

Sometido sobre el carbón al dardo del soplete, se volatiliza sin fundirse y desprende olor aliáceo, debido a la formación de anhídrido arsenioso. La mancha metálica sobre la porcelana es negra irisada con el margen pardo; la mancha de óxido es blanca, que se pone amarilla por el ácido sulfhídrico, soluble en el sulfuro amónico. Atacable por el NO^3H con precipitación de arsénico blanco y desprendimiento de vapores rutilantes de ácido hiponítrico.

El arsénico nativo está con frecuencia mezclado con *antimonio*, y a veces con *hierro, oro* y *plata*.

Yace en los filones metalíferos asociado a otros minerales, principalmente a las platas rojas; Sajonia, Bohemia, Freiberg. En España se encuentra asociado al *cinabrio* en Mieres (Asturias); a la *pirargirita*, *proustita*, etc., en las minas de Guadalcanal (Sevilla), Hiende aencina (Guadalajara).

Antimonio. — *Antimonio nativo. Sb.* — Hemiedria romboédrica del sistema Exagonal; los cristales están constituídos por los romboedros π (10$\bar{1}$1), π (10$\bar{1}$4) y el pinacoide básico 0001. Son muy frecuentes las maclas según caras del romboedro π (01$\bar{1}$2). Muestra tres direcciones de exfoliación: perfectas, según π (01$\bar{1}$2) y 0001, imperfecta según caras del romboedro π (02$\bar{2}$1).

Rara vez se presenta el antimonio cristalizado; frecuente en masas racimosas, esferoidales o arriñonadas; frágil, sin fractura bien definida; color blanco de estaño en el interior, amarillo grisáceo en el exterior, debido a la formación de ocres de antimonio; brillo metálico bastante intenso. Dureza 3 — 3,5; pes. esp. 6,6 — 6,8; termoeléctrico.

Sobre el carbón y al dardo del soplete, se funde con facilidad, arde con llama débil y desprende gran cantidad de humos blancos de óxido de antimonio, formándose extensa aureola blanca. La mancha metálica sobre la porcelana es negra con el margen pardo; la mancha de óxido es blanca, poco perceptible y toma con el ácido sulfhídrico coloración anaranjada, soluble en el sulfuro amónico. El antimonio es atacado por el ácido nítrico, con precipitación de un polvo blanco de anhídrido antimónico. Es muy frecuente que el antimonio nativo esté mezclado con cantidades apreciables de *arsenico*, *hierro* y *plata*.

Yace en los filones metalíferos; los mejores ejemplares proceden de Borneo; también se encuentra en Andreasberg, Canadá, etc. El señor Orueta lo cita en Viñuela (Málaga) y Meredo (Asturias). El antimonio nativo no es objeto de explotación por encontrarse siempre en pequeñas cantidades.

Bismuto.—*Bismuto nativo. Bi.*—Hemiedria romboédrica del Exagonal. Los cristales son muy raros; están formados por el romboedro fundamental π (10$\bar{1}$1) y el pinacoide básico 0001; en los cristales de bismuto procedentes de Schneeberg se observa el romboedro π (02$\bar{2}$1). Exfoliación perfecta según la base 0001 y el romboedro π (02$\bar{2}$1).

Casi siempre en masas hojosas, granudas, dendríticas y reticulares; color blanco argentino o rojizo con hermosas irisaciones superficiales. Dur. 2,5; pes. esp. 9,7; termoeléctrico y diamagnético.

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

Sobre el carbón y a la acción del soplete se funde con gran facilidad, desprende humos blancos y se forma aureola amarilla, en caliente y en frío, de óxido bismútico La mancha metálica sobre la porcelana es negra con el margen pardo de hollín; la de óxido es amarillenta que se vuelve negra con el ácido sulfhídrico, no soluble en el sulfuro amónico.

Soluble en el NO^3H concentrado; si la solución nítrica se vierte sobre el agua se produce abundante precipitado blanco de nitrato bismútico básico.

Se encuentra en los filones metálicos acompañando a los minerales de *níquel* y *cobalto*. Mariemberg, Annaberg, Cornouailles, Sorata (Bolivia). En España fué citado por el señor Naranjo en los Pirineos de Aragón, Conquista y Venta de Azuel, Córdoba; los ejemplares de esta última localidad son radioactivos.

El bismuto del comercio suele estar impurificado con As. Sb, S, Cu, Fe, Pb, etc., por cuya razón hay que purificarlo en el laboratorio; la operación se reduce a fundirlo dos o tres veces con $^1/_{20}$ de nitro; el fundamento de este procedimiento de Sérullas estriba en la propiedad que tiene el Cu, Sb, As, etcétera, de ser más oxidable que el bismuto. La temperatura debe elevarse con lentitud y gradualmente hasta que haya fusión tranquila, lo que se consigue a los 247°; se deja enfriar y después de conseguido se separa—entre la escoria blanquecina que se forma—el botón resultante; repitiendo una o dos veces la operación, el bismuto queda puro o casi puro. Interesa conocer si existe arsénico, para lo cual se pulveriza en mortero de hierro el bismuto, y el polvo resultante se mezcla con la mitad de su peso de nitro y se procede a la deflagración; el residuo se trata con agua y en la solución se investiga el arsénico al estado de anhídrido arsénico que producirá, si existe, con la solución normal de nitrato argéntico, un precipitado rojo de arseniato argéntico.

Tiene importancia en las artes para la preparación de aleaciones fusibles; en la industria para ciertas copelaciones en sustitución del plomo, y en farmacia para la obtención de los nitratos bismúticos neutro y básico.

Platino.—*Platino nativo. Pt.*—Regular.—Exaedros 100, octaedros 111 o en formas de combinación de los dos holoedros; sin exfoliación perceptible. Generalmente en granos sueltos, de color gris blanquecino, con poco brillo metálico, pero lo adquiere intenso a poco que se frote; muy dúctil, maleable; fractura ganchuda; muy tenaz cuando está puro, pero pierde algo esta propiedad cuando está mezclado con

hierro. Dur. 4,5 — 5; pes. esp. (el natural) 17 — 18, pero si está libre de toda aleación llega a 21 — 22.

Infusible al soplete ordinario, fusible a la llama oxhídrica. Insoluble en los ácidos, soluble en el agua regia. Con el arsénico y antimonio forma aleaciones muy fusibles, lo que hay que tener en cuenta cuando en los ensayos pirognósticos se emplean hilos o aparatos de este metal.

Fué descubierto por el español don Antonio Ulloa en 1735 en las arenas del río Pinto (Colombia), introduciéndole los ingleses en Europa en 1740. Se encuentra también diseminado por la roca serpentínica en los Montes Urales, en Borneo, Brasil, Canadá, California, etc. Según Maestre, en España se encuentra sobre una roca silúrica y unido a la pirita de hierro, en la parte occidental de Asturias. También ha sido citado en Guadalcanal (Sevilla) y Nava de Jadraque (Guadalajara).

El valor del platino fué, por término medio, superior a la plata e inferior al del oro, hoy mucho más que éste; su principal importancia es—por lo infusible e inalterable—para la construcción de puntas de pararrayos y sopletes, cápsulas, pinzas, retortas, alambiques, alambres, etc.

Paladio.—*Paladio nativo. Pa.*—Fué descubierto por Wollaston en el año 1803 en las arenas platiníferas de Chocó (Colombia). Regular; siendo frecuente el octaedro 111. Color blanco argentino, a veces gris acerado y de brillo metálico intenso; dúctil y maleable. Dur. 4,5 — 5; pes. esp. 11,8 — 12. Fusible al soplete, sobre todo si se le mezcla con un poco de azufre. La reacción más característica del paladio es que tratado con ácido nítrico se disuelve produciéndose gran cantidad de vapores rutilantes; la disolución es roja obscura, y si sobre ella se agrega disolución normal de ferrocianuro potásico se produce precipitado verde aceitura.

Se halla en Chocó (Colombia) y se ha descubierto posteriormente en Brasil y Siberia. El paladio se emplea aleado al oro para la construcción de escalas de precisión destinadas a los aparatos astronómicos.

Iridio.—*Iridio nativo. Ir.*—Se presenta casi siempre unido al platino en la proporción de 77 de iridio y 23 de platino constituyendo el *platiniridio*, o reunido al osmio formando el *osmiridio* Ir Os, o la *iridosmina* Ir Os^3. Regular, en octaedros 111 o en exaedros 100; la forma más frecuente es la combinación de estos dos holoedros, dominando el 100. Generalmente, en granos sueltos redondeados; color blanco argentino y brillo metálico muy marcado; dúctil y maleable. Dur. 6,5; pes. esp. 23 — 23,5. Infusible al soplete ordinario, sólo lo

hace a la llama del soplete oxhídrico; soluble en el ácido nítrico, con desprendimiento de gran cantidad de vapores rutilantes, siendo la disolución de color rojo, amarillo, verde, azul, etc., debido a las substancias metálicas que lleve en aleación.

Se encuentra en los Montes Urales y en la India Oriental asociado al platino.

Hierro.—*Hierro nativo. Fe.*—Regular; siendo el octaedro 111 la forma cristalizada más frecuente; exfoliación según las caras del 100, muy perfecta. Masas de estructura reticular, porosa o celular *(hierro meteórico)* o en granos u hojuelas *(hierro telúrico);* fractura ganchuda; dúctil, maleable, flexible y muy tenaz; color gris de hierro. Dur. 4,5; pes. esp. 7,6 — 7,9; conduce bien el calor y la electricidad siendo fuertemente magnético. A la acción del dardo del soplete se enrojece, pero no se funde, necesitando para hacerlo temperatura de 1.500° próximamente; en el vidrio de bórax produce en llama de oxidación y en caliente una coloración *roja de sangre,* en frío *amarilla rojiza,* en llama de reducción y en caliente *verde sucio,* en frío *verde botella.* Soluble en los ácidos clorhídrico, sulfúrico y nítrico. El ácido nítrico determina sobre las caras del hierro meteórico figuras de corrosión muy curiosas; viene a ser una red bastante apretada que se denomina *figuras de Widmanstätten;* estas figuras provienen de que en la masa del metal existen gran cantidad de láminas de *fosfuro de hierro* que son inatacables por el ácido nítrico.

El *hierro meteórico,* o sea el formado—según una teoría—en los espacios intersidéreos, es relativamente abundante, pues muchos han sido los meteoritos que han caído sobre la corteza de nuestro planeta. El *telúrico,* o sea el formado en la corteza terrestre, es más escaso; se ha encontrado en Bohemia, Turingia y otras localidades. En la Groenlandia se han hallado grandes masas de hierro nativo meteórico.

El hierro es el metal de mayor importancia; la época en que comenzó a usarse constituye el principio de una nueva era de la civilización; es metal hermoso por excelencia, el que mayor utilidad ha prestado y presta al hombre.

En farmacia, tiene gran importancia por sus múltiples preparados que tan buenos resultados dan como reconstituyentes.

Plomo.—*Plomo nativo. Pb* —Regular. Masas irregulares de color gris, brillo metálico; aun cuando la superficie está alterada, puede verse el brillo con sólo rasparla un poco. Dúctil, maleable. Dur. 1,5, pes. esp. 11,44. Fusible al soplete formando botón metálico y aureola amarilla rojiza de litargirio.

Atacable por los ácidos, en cuyas disoluciones se le reconoce por reacciones características.

Mineral muy raro; hallado en varios puntos de Suecia y Méjico. En España está citado en Herrera del Duque (Badajoz), Río Ojalera (Ciudad Real), Cartagena (Murcia) y Pratdep (Tarragona).

Cobre.—*Cobre nativo. Cu.*—Regular; siendo sus formas más frecuentes el exaedro 100, octaedro 111, rombododecaedro 110 y tetraquisexaedro 120, ya en cristales simples o en combinaciones, ya en grupos maclados, según las caras del 111, aunque por lo común estos cristales suelen estar deformados y compenetrados, así como también agrupaciones ramosas y arborescentes (fig. 62). En masas reticuladas o en placas curvas de color rojo cúpreo típico algo enmascarado por alteración superficial; fractura ganchuda; tenaz, dúctil y maleable. Dur. 2,5 — 3; pes. esp. 8,5 — 8,9.

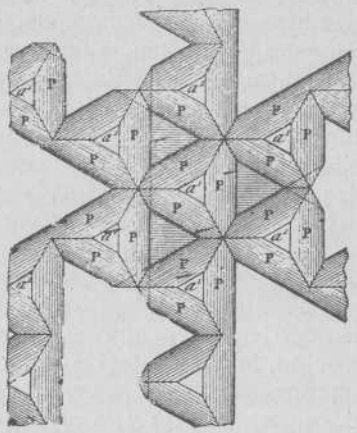


Fig. 62

Al dardo del soplete se funde, pero tarda mucho en hacerlo por necesitar temperatura de 1.100°; a más alta temperatura se volatiliza, lo que no se consigue con el soplete ordinario, y aun con el oxhídrico lo hace en pequeña cantidad, por lo que puede considerarse como metal fijo. Colocado un trozo de cobre en la cavidad del carbón y humedeciéndole con una gota de ácido clorhídrico, si después se dirige sobre él la llama del soplete, ésta se colorea de azul celeste y algo de verde si no está totalmente convertido en cloruro cúprico. En el vidrio de bórax produce en caliente y en llama de oxidación coloración *verde* que se hace *azul claro* al enfriarse el ensayo; en llama de reducción y en caliente *verde sucio* y en frío *rojo pardo*.

Soluble en el ácido nítrico y sulfúrico, haciéndolo con lentitud en el ácido clorhídrico, aunque se opere en caliente; la solución nítrica es verde; si sobre ésta se agrega amoníaco se produce precipitado azul verdoso soluble en exceso de reactivo, quedando una solución diáfana de color azul.

Acompaña a los minerales de cobre, estando la mayor

parte de las minas enclavadas en el terreno paleozoico. Cornuailles (Gran Bretaña), Canadá (América del Norte). Minas do Palhal y das Talhadas, en Aveiro (Portugal), etc. En España se encuentra en Ríotinto (Huelva), Linares (Jaén), Lorca (Murcia), Biel (Zaragoza), Canfranc (Huesca).

Se usa para la fabricación de la moneda; aleado al estaño forma el *bronce*, al zinc constituye el *latón*, usándose para la construcción de aparatos e instrumentos de laboratorio, alambiques, calderas, peroles, etc.; en la fabricación de hilos y alambres de conducción eléctrica. En farmacia y medicina tiene gran importancia por sus sales.

Plata.—*Plata nativa. Ag.*—Regular; siendo sus formas más frecuentes el exaedro 100, ya aislado o en combinación con el octaedro 111; hay ejemplares cristalizados en que se observan caras de tetraquisexaedro 210 y rombododecaedro 110. Macla hemitropiada, según caras del 111; sin exfoliación conocida. Por lo común se presenta en agregados capilares, fibrosos, reticulares o en láminas curvas, de un color blanco argentino típico y brillo metálico intenso, por lo menos en el interior y en los ejemplares no alterados, pero suele ocurrir que el color es grisáceo negruzco debido a la formación de una costra de sulfuro argéntico. Dúctil y maleable; fractura ganchuda. Dur. 2,5 — 3; pes. esp. 10 — 11. Conduce bien el calor y es el mejor conductor de la corriente eléctrica.

Al dardo del soplete se funde cuando llega la temperatura al rojo blanco, 1.000°, en un botón metálico muy brillante. Soluble en ácido nítrico con desprendimiento de vapores rutilantes de ácido hiponítrico; si a la solución se agrega ácido clorhídrico o solución de cloruro soluble, da precipitado blanco cuajoso que en presencia de la luz toma primero color violáceo y luego negro; el precipitado es insoluble en el ácido nítrico, clorhídrico y acético, y es soluble en el amoníaco.

La plata aparece en los filones o destacada de la roca. Son célebres las minas de Konsberg (Noruega), donde se encontró una masa de plata que pesaba más de 300 kilogramos y en las cercanías de dicha mina, citan las obras, se halló una masa de plata algo transformada en argirosa y mezclada con algo de hierro nativo que pesó 4.500 kilos; se encuentra en Copiapo (Chile), entre las arcillas ferruginosas llamadas *pacos* y *colorados;* Méjico, Perú, California, etc. En España se encuentra en las Herrerías de Sierra Almagrera, Guadalcanal (Sevilla), Farena (Gerona), Hiendelaencina (Guadalajara), Sierra de Albarracín, Horcajo (Ciudad Real), etc.

La principal importancia de la plata es: aleada al cobre, para la fabricación de la moneda y objetos de joyería; en farmacia, para la preparación de los compuestos argénticos.

La plata que se halla en el comercio suele estar mezclada con plomo, cobre, estaño, antimonio, etc., razón por la que al adquirirla es indispensable reconocerla y, en caso de estar en mezcla con esas substancias, proceder, antes de usarla, a la purificación. Disuelta la plata en el ácido nítrico no debe dejar residuo alguno (ausencia de *estaño* y *antimonio)*; agregando a la solución nítrica unas gotas de amoníaco no debe tomar la solución coloración alguna ni haber precipitado (ausencia de *cobre* y *plomo)*. La plata se purifica con la copelación sirviendo el óxido plúmbico de disolvente de los demás óxidos cuyos metales acompañaban a la plata.

Mercurio.—*Mercurio nativo. Hg.*—Líquido a la temperatura ordinaria; a — 39°,44 se solidifica y cristaliza en el sistema Regular, siendo su forma el octaedro 111. Líquido movible color blanco con viso azulado y brillo metálico intenso; aparece en gotitas esparcidas por el cinabrio o en depósitos rodeados de cinabrio, pues de este mineral procede por descomposición. A 0° tiene un peso específico 13,39, pudiendo aumentar o disminuir según las substancias que estén formando amalgama. A la temperatura ordinaria se oxida con lentitud perdiendo el brillo intenso que posee cuando está exento del óxido; en tubo de ensayo y a la acción del calor hierve a los 357°, volatilizándose completamente, y se forma en las paredes frías del tubo costra blanquecina de mercurio dividido; una lámina de iodo, colocada sobre la costra, y calentada, produce coloración roja y amarilla, debido a la formación de ioduro mercúrico.

Insoluble en el ácido clorhídrico, soluble en el sulfúrico y en el nítrico, auxiliada su acción por el calor.

Yace en las minas de cinabrio en gotitas o en depósitos. Nueva Almadén (California), Huanca-valica (Perú). En España, en Almadén, una de las minas más interesantes; en Pelugano de Aller y Poo de Cabrales (Asturias), Játiba y Cabo Cullera (Valencia).

Es frecuente que el mercurio del comercio contenga plomo y estaño, substancias que quedarán de residuo si se evapora el mercurio en cápsula de porcelana. Se purifica, o bien por destilación, o mediante el ácido nítrico diluído y a la temperatura ordinaria.

Es uno de los metales de mayor importancia; se usa para la construcción de termómetros y barómetros, para el azogado de los espejos, para beneficiar los minerales de oro y pla-

ta, para la preparación de cubas hidrargironeumáticas, y sobre todo en la fabricación de explosivos.

En farmacia, para la preparación de todos los compuestos mercuriales que tan excelentes resultados dan para combatir multitud de afecciones, siendo un específico contra diversas enfermedades venéreas.

Oro.—*Oro nativo. Au.*—Regular; siendo sus formas comunes el exaedro 100, octaedro 111 y el triaquisoctaedro 211, aislados o en combinación con el tetraquisexaedro 210 y rombododecaedro 110; pueden presentarse grupos de cristales maclados según caras del octaedro 111, o caras del exaedro 100; exfoliación no distinguible. Comúnmente en agrupaciones reticuladas, filiformes, arborescentes, en escamas, pepitas, y arenillas de color amarillo áureo típico o amarillo claro; brillo metálico no muy intenso si no está pulimentado; muy maleable, muy dúctil, fractura ganchuda. Dur. 2,5 — 3; pes. esp. variable según las substancias que tenga en mezcla, pero siempre oscila entre 15 — 19; cuando está puro es 19,5.

A la acción del calor se funde entre los 1.100° y 1.200°, volatilizándose a mayor temperatura, emitiendo un vapor purpúreo. Si está puro no enturbia el vidrio de la sal de fósforo; pero suele ocurrir que el vidrio se pone blanquecino debido a la presencia de plata. Inatacable por los ácidos, completamente soluble en el agua regia si está puro, pero si contiene plata, como es lo general, queda un residuo de cloruro argéntico; de la solución se precipita oro en polvo con el sulfato ferroso; con el cloruro estagnoso, que tenga algo de cloruro estágnico, da precipitado purpúreo *(púrpura de Cassius).*

Se encuentra en las rocas cuarciticas formando filones o venas, mezclado con las arenas silíceas de los ríos o asociado a la pirita de hierro. Hungría, Perú, Brasil, Méjico, California, Australia, Transvaal, Abisinia, etc. En España, en el terreno diluvial de la vega de Granada, que según todos los datos procede de disgregación de la micacita de Sierra Nevada; en las arenas de los ríos Sil, Tajo, Miño, Darro, Agueda; en los cuarzos de Navas de Jadraque (Guadalajara), Las Hurdes de Sierra de Gata (Cáceres), San Miguel de Culerá (Gerona), Montseny, etc. En todos estos sitios es objeto de explotación, pero usando procedimientos muy primitivos.

El oro es, después del platino, el metal más estimado en joyería; aleado al cobre sirve para la fabricación de la moneda; se emplea para la obtención de los panes de oro, muy usados en el dorado de las maderas. En farmacia, para la preparación de las sales de oro y dorado de píldoras.

BIBLIOTECA
DEL
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

II.—COMBINACIONES DEL (Arsénico.—Antimonio.—Bismuto. Selenio.—Teluro.) AZUFRE

Combinaciones del azufre, antimonio, arsénico, bismuto, selenio y teluro. Minerales con brillo *(Lampritos* de Tschermak), descomponibles por el fuego con desprendimiento de SO^2 de olor a pajuela *(sulfuros)*, vapores de olor aliaceo *(arseniuros)*, vapores blancos, densos *(antimoniuros)*, que arden con llama azulada y desprenden olor a rábanos *(seleniuros)*, o dan aureola blanca con margen rojo *(telururos)*.

A.—Sulfuros, Seleniuros, Telururos de los metaloides

Rejalgar.—*Arsénico sulfurado rojo.*—Súlfido hipoarsenioso (SAs). Monoclínico. Los cristales son muy complicados y columnares por preponderancia de las caras proto y ortoprismáticas, aunque la base está bien desarrollada. Frecuente la combinación: 110, 210, 011 y 001; a esta forma suele agregarse el clinopinacoide 010 y la protopirámide 111, y a veces la pirámide 112 y el ortopinacoide 100; en casi todos los cristales se notan estriaciones verticales que corresponden a las caras clinopinacoidales 010 y a las protoprismáticas 110. Exfoliación fácil según 001 y 010. Comúnmente, en costras o eflorescencias de color rojo anaranjado, a veces enmascarado por substancias accidentales; brillo vítreo algo adamantino o craso; raya roja clara lo mismo que el polvo del mineral. Dur. 1,5; pes. esp. 3,5. Birrefringente biáxico con signo negativo, siendo el plano de los ejes ópticos paralelo al 010. Por frotamiento se electriza negativamente.

Al calor, en tubo cerrado por los dos extremos, se sublima sin descomposición; en el abierto se descompone, desprendiendo anhídrido sulfuroso y vapores blanco de anhídrido arsenioso, característico por el olor aliaceo. Sobre el carbón, con el dardo del soplete, se descompone en los dos anhídridos, arsenioso y sulfuroso, y arde con llama azulada lívida, característica del arsénico. Con el ácido nítrico precipitado blanco de anhídrido arsenioso.

Cristalizado, se encuentran hermosos ejemplares en Hun-

gría y sobre la dolomita de Binnenthal; lo más frecuente es hallarlo acompañando a otros minerales en los filones metalíferos de cinabrio, galena, antimonita y compuestos argénticos. En España se encuentra unido al cinabrio en Mieres y Pola de Lena (Asturias), y Almadén (Ciudad Real).

El rejalgar que se encuentra en el comercio no es el que nos presenta la naturaleza, sino el preparado artificialmente por fusión del arsénico metálico y el azufre como se hace en Alemania, o el que queda de producto secundario en la calcinación de las piritas de Ríotinto.

Ha tenido importancia medicinal, usándolo los chinos como purgante; tuvo también aplicación para pomadas depilatorias. Se usa en la industria del estampado.

Oropimente.—*Arsénico sulfurado amarillo.*—Sexquisulfuro de arsénico S^3As^2.

Rómbico. Cristales columnares con caras curvas, constituídos por la combinación: 011, 122, 110, 120, 100, 010 (fig. 63). Exfoliación muy fácil según el macropinacoide 100.

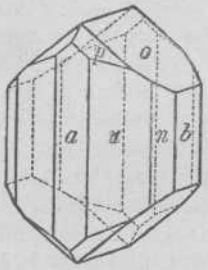


Fig. 63.

Frecuente los agregados drúsicos, dendríticos, racimosos, etc.; color amarillo de canario, raya amarilla clara lo mismo que el polvo del mineral y brillo craso o nacarado; las láminas de exfoliación son flexibles, pero no elásticas, y muestran gran cantidad de estriaciones horizontales. Dureza 1,5; pes. esp. 3.4 — 3.5. En tubo de ensayo cerrado por los dos extremos se sublima sin descomposición; con el soplete se conduce lo mismo que el *rejalgar*, soluble en la potasa cáustica sin dejar residuo si no contiene materias extrañas en interposición.

Yacimientos análogos a los de la especie anterior; llega a veces a constituir filones, y esto ocurre en algunos puntos de Hungría. En España se encuentra en Pola de Lena (Asturias), La Carolina (Jaén), El Jarroso, Sierra Almagrera (Almería).

Mucho oropimente del comercio es de preparación artificiai, siendo Alemania el centro fabril de mayor importancia; allí lo preparan colocando en aparatos de sublimación de hierro una mezcla proporcional de azufre y arsénico blanco; resultan unas masas estratiformes, hojosas, de un color amarillo hermoso y lustre nacarado vítreo, muy distinto del que presenta el natural; soluble en el agua hirviendo, sobre todo si se auxilia la acción disolvente con una pequeña cantidad de potasa; al dardo del soplete o al calor en tubo abierto por

un extremo, se descompone en los dos anhídridos sin dejar residuo si el producto es puro.

La mayor importancia del oropimente es en pintura y en el estampado de las telas; medicinalmente se usó en pomadas depilatorias, así como también constituía parte esencial del bálsamo verde de Metz y del colirio de Lanfrac, hoy desterrados del uso.

Antimonita

Estibina.—Antimonio gris.—Sexquisulfuro de antimonio S^3Sb^2.

Rómbico. Cristales columnares por predominio de 010 y 110, con las caras 110 estriadas longitudinalmente; la figura 64 está formada por m = 110, b = 100, p = 111, v = 121. A veces el prisma está terminado por una pirámide achatada, la 113. Exfoliación fácil según 010, imperfecta según 001 y 110.

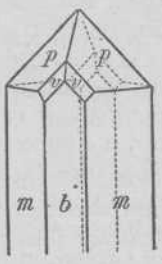


Fig. 64

Los cristales se presentan confusos, poco desarrollados, sobre todo en las partes terminales y unidos en gran cantidad formando grupos bacilares, drúsicos, fibroso-radiales y compactos. Dur. 2; pes. esp. 4,6. Color gris plomizo con brillo metálico intenso; a veces el color es negruzco con irisaciones debido a alteración, así como también blanquecino y amarillento por oxidación y formación de ocres de antimonio.

Es muy fusible, tanto que se funde a la llama de una cerilla. Al carbón y con el dardo del soplete produce un botón de antimonio y extensa aureola blanca de óxido de antimonio; al calor, en tubo de ensayo abierto por un extremo, se descompone, sublimándose en las paredes frías del tubo una costra blanquecina de óxido de antimonio y se desprende anhídrido sulfuroso, perceptible por su olor a pajuela. Atacable por el ácido nítrico diluído, con separación de anhídrido antimónico.

Es mineral que aparece constituyendo filones metálicos entre el granito y gneis, sirviéndole casi siempre de ganga el cuarzo, la baritina o la calcita. A veces en masas estratificadas entre las pizarras silíceas acompañando a la blenda y galena. Son criaderos dignos de mención Peretta (Toscana), Japón, Hungría, Bohemia. En España: Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real), Pola de Lena (Asturias), Maraña (León),

Cervantes y Tineo (Lugo), Eriste, Benasque (Huesca), San Martín de Villalonga, Planés y Ribas (Gerona), Aldeanueva Centenera (Cáceres), Cartagena (Murcia), Hiendelaencina (Guadalajara), etc.

La antimonita es mineral de gran importancia; industrialmente porque es el único que se beneficia para la extracción del antimonio, y farmacéuticamente considerada porque la antimonita purificada es la base para la obtención de todos los preparados antimoniales que tan excelentes resultados están dando en la medicina contemporánea. En el comercio se presenta separada de la ganga y en forma de panes de estructura fibrosa (*antimonio en agujas*), color obscuro, brillo metálico y deleznable.

BISMUTINA.—Sulfuro bismuto S^3Bi^2 (Bi, 81,2; S, 18 8). Rómbico RA = 0,963 : 1 : 0,985. 110 : 1$\bar{1}$0 = 91°,52'; 101 : 10$\bar{1}$ = 89°. Cristales aciculares y acanalados, constituídos por 110 y 310; exfoliación según el braquipinacoide 010.

Dur. 2,5; pes. esp. 6,4; color gris plomizo. A la acción del dardo del soplete se funde con mucha facilidad, descomponiéndose en anhídrido sulfuroso de olor a pajuela y un botón metálico de bismuto, agrio y de coloración blanco rosada y aureola amarilla de óxido bismútico; lo mismo la aureola que el botón son solubles en el ácido nítrico, en cuya disolución se produce precipitado blanco de nitrato básico si se agrega un poco de agua.

Poco abundante y de escasa importancia industrial: Bolivia, Altemberg, Cornoauilles.

Se halla asociada al bismuto nativo en la Conquista y Venta de Azuel (Córdoba), en cuyos ejemplares ha encontrado el señor Muñoz del Castillo acción radioactiva.

MOLIBDENITA.—Sulfuro molibdeno. S^2Mo. (Mo, 60; S, 40). Exagonal; sin embargo, hay autores que sospechan sea rómbica y aun monoclínica. Cristales tabulares de forma exagonal o en masas foliáceas grafitoideas; brillo metálico intenso; color negruzco azulado, deleznable, flexible y untuosa al tacto. Dur. 1,5; pes. esp. 4,5 — 4,9. Al dardo del soplete no se funde, pero se descompone coloreando la llama de verde amarilento; desprende anhídrido sulfuroso y deja una aureola blanca. Se descompone por el ácido nítrico concentrado y en caliente, con separación de ácido molíbdico soluble en la potasa si la acción de este álcali es auxiliada por el calor.

El yacimiento de este mineral es muy característico; siempre se presenta sobre la roca granítica antigua, acompañando a la *casiterita*, *wolfran*, *rutilo*, etc., a veces sobre el

cuarzo lechoso. Sierras de Gredos, Guadarrama, Villacastín (Segovia), Cuevas de Salave (Asturias), Gerona, Galicia. Se beneficia para la obtención del molibdeno metálico y todos sus compuestos.

B.—Sulfuros, arseniuros, etc., de los metales

Blenda

Esfalerita.—Sulfuro cíncico. SZn.

Regular. Combinación de los dos tetraedros directo e inverso (fig. 65) con diferente desarrollo; los dos tetraedros con el exaedro 100. Maclas según 111, y agrupaciones polisintéticas en las que los individuos constitutivos están notablemente acortados.

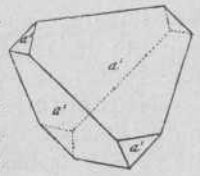


Fig. 65

Masas granulares, fibrosas, bacilares, estratiformes o compactas. Dur. 3,5; peso específico 3,8. Exfoliación perfecta según las caras del rombododecaedro 110. Coloración variable: negruzca, amarilla, verdosa, rojo-amarillenta, etc., etc.; cuando presenta esta última coloración y es muy marcada la transparencia, recibe el nombre de *blenda acaramelada o de los Picos de Europa*, habiendo quien indica que la denominación de *esfalerita* corresponde solamente a esta variedad. Lustre adamantino o craso; polvo y raya blanquecina o amarillenta; frágil, rompiéndose fácilmente algolpe del martillo, y produce, en ocasiones, una débil fosforescencia; piroeléctrica, siendo los ejes de la piroelectricidad los del tetraedro; n = 2.369 (D).

Al dardo del soplete decrepita; no se funde o es poco fusible; con viva llama oxidante y sobre el carbón se descompone, desprendiendo anhídrido sulfuroso y formación de aureola de óxido cíncico, amarilla en caliente y blanca en frío; si sobre el ensayo o sobre la aureola se vierte una gota de solución normal de nitrato cobaltoso, y después se dirige el dardo del soplete, se nota que adquiere coloración rosado-pardusca debido al reactivo que se reduce; pero al poco tiempo, y por enfriamiento, el ensayo toma coloración verde prado característica; con la sosa comunica a la llama del soplete coloración verde. El NO^3H la descompone, sobre todo si es concentrado y actúa auxiliado por el calor, formándose nitrato cíncico con separación de azufre; el ClH en caliente la descompone con mucha lentitud, desprendiéndose SH^2 y se for-

ma cloruro cíncico; la disolución alcalinizada con amoníaco da precipitado blanco con el sulfuro amónico de sulfuro de cinc.

Pocas veces se presenta aislada en los filones metálicos; lo más general es que esté asociada a la *galena* con ganga de cuarzo, fluorina, baritina o calcita, no siendo raro tampoco encontrarla en los filones de *calcopirita*. En España se encuentra en los Picos de Europa y Comillas, en Lanestrosa y Valle de Carranza (Vizcaya), Santa Cruz de Mudela, San Juan de Alcaraz, Linares, Mazarrón, Plasenzuela, etc., etc.

Es de gran importancia industrial, por ser una de las primeras materias para la extracción del cinc; farmacéuticamente considerada es también de bastante interés, por destinarse a la obtención del sulfato cíncico hidratado, el que ya a veces aparece en eflorescencias como materia secundaria, resultante de la descomposición de la blenda en contacto con los agentes atmosféricos.

Niquelita. — *Nicolita, níquel arsenical.* — Arseniuro de níquel (AsNi). Exagonal. Cristales constituídos por la pirámide 1011 y la base 0001. Masas granulares, compactas, racimosas, arborescentes, reticuladas, arriñonadas, esferoidales, con fractura concoidea o desigual. Color rojo claro, brillo metálico, más intenso en las superficies de fractura; raya pardusca; en casi todos los ejemplares se nota una costra verdosa de arsenito de níquel resultante de la oxidación del arseniuro; éste es buen carácter práctico para la distinción de la nicolita. Dur., 5,5; pes. esp., 7,4 — 7,7; al ser frotado con el eslabón, o un ejemplar contra otro, se nota olor arsenical.

A la acción del calor en tubo de ensayo se descompone, dando un sublimado blanco de anhídrido arsenioso; al carbón, y con el soplete, desprende anhídrido arsenioso de olor aliáceo; queda una escoria muy frágil de color blanquecino. Al vidrio de bórax, o de la sal de fósforo, produce en llama de oxidación: en caliente, coloración rojo de caoba, y en frío, amarillo pardusco; en llama de reducción: en caliente, amarillo grisáceo, y en frío, gris; para verificar este ensayo no debe emplearse el mineral, sino un trocito de la escoria, puesto que, de lo contrario, el arsénico del arseniuro estropearía el hilo de platino, por formarse aleación arsenoplatínica fusible.

Atacable por el nítrico, que precipita arsénico blanco, formándose disolución verde manzana de nitrato de níquel.

Es mineral muy importante de níquel y de donde se beneficia dicho metal; va asociado a los minerales de plata, cobre y cobalto, y constituye en los filones una paragénesis

constante con la esmaltina y cloantita. Carratraca (Málaga), Bailén (Jaén), Cuesta de la Cebada (Granada), Peñamellera (Asturias), San Juan de Plau (Huesca), Cabo Ortegal (Coruña), Pineda (Barcelona), Guadalcanal y Peñaflor (Sevilla). El níquel lo usan, entre otras cosas, para el niquelado de los metales, en la fabricación de la plata *Meneses*, y para la fabricación de moneda en algunos Estados.

Pirita

Pirita de hierro.—Pirita marcial. Sulfuro ferroso SFe.

Regular. Mineral de gran complejidad cristalográfica; prepondera la hemiedria piritoédrica; además existe el 100, 111, π (421), 211. La figura 66 representa: O = 111; s = π (321), e = π (210).

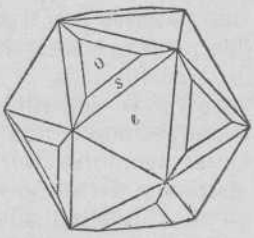


Fig. 66

Es común que las caras del 111 y 100, cuando están combinadas con las del π (210), muestren estriaciones según las aristas de π (210); también es general que las caras del π (210) estén estriadas según las aristas del 100.

Frecuentes las maclas de compenetración, constituídas por dos piritoedros colocados en sus dos posiciones directa e inversa, que recibe el nombre de *cruz de hierro*. Exfoliación imperfecta según caras de 111 y 100.

Masas compactas, concrecionadas, granosas, racimosas, estalactíticas, etc., de color amarillo de latón; raya verdosa lo mismo que el polvo del mineral, y fractura desigual o concoidea; brillo metálico intenso. Dur., 6,5; peso específico, 4,8 — 5,2.

Produce débil acción sobre la aguja magnética; termoeléctrica, unas formas hemiédricas se electrizan positivamente, haciéndolo en sentido negativo las conjugadas, ocurriendo que hay partes que alternan en el mismo cristal y son de diferente carácter termoeléctrico.

A la acción del calor, en tubo cerrado por los dos extremos, se descompone sublimándose azufre en las paredes frías; queda en el fondo una escoria negruzca que ejerce acción sobre la aguja magnética, y cuya composición es SFe. Colocado un trozo de mineral en la cavidad del carbón, y dirigiendo sobre él el dardo del soplete, se forma alrededor del ensayo una llama azulada debido al azufre que se quema; des-

prende anhídrido sulfuroso y deja residuo pardo, mezcla de sulfuro y óxido, que es magnético. Al vidrio de bórax, tomando poca cantidad, produce en caliente coloración amarilla; pero tomando más cantidad es roja de sangre en caliente y amarilla en frío, y en llama de oxidación a la de reducción verde botella característica.

Casi inatacable por el ClH aunque actúe en caliente; en el NO^3H se disuelve con separación de azufre; la sal férrica formada da color rojo de sangre con el sulfocianuro potásico.

Es de los minerales metalíferos de mayor importancia geológica; constituye filones metálicos muy potentes o aparece esparcido en los terrenos de sedimento y rocas eruptivas. Cristalizada se encuentra en los criaderos de cinabrio de Almadén y Almadenejos; en masas informes en la cordillera Carpetovetónica, Cáceres, Ríotinto, Logroño, Almería, Galicia, Asturias y en todas las provincias españolas. La pirita de hierro se presenta en muchas ocasiones, total o parcialmente, transformada en *limonita*, y a veces en *melanteria;* no es raro ver la superficie del mineral repleta de eflorescencia blanquecino-verdosa de sabor estíptico parecido al de la tinta: es debido a la *melanteria* que se formó por oxidación e hidratación del sulfuro.

Los usos industriales a que se destina la pirita de hierro es la obtención del sulfato ferroso, alumbre, ácido sulfúrico y azufre; no se usa para beneficiar el hierro por resultar la operación muy dispendiosa; la industria minera sólo aprovecha esta substancia como fundente en la obtención de colores; las variedades auríferas para la extracción del oro.

Cobaltita.—*Cobalto gris.*—Sulfuro y arseniuro de cobalto. ($SAsCo$.)

Regular; en la hemiedria piritoédrica, observándose por consecuencia en estos cristales caras del piritoedro y combinaciones iguales a las que se indicaron en la pirita de hierro, aunque nunca tan complicadas. Exfoliación perfecta según 100. Masas informes, bacilares, granosas, rara vez compactas; color blanco argentino o grisáceo, siendo muy frecuente hallarla con costra rosada de flores de cobalto o eritrita; raya negruzca; brillo metálico, fractura desigual. Dur., 5,5; peso específico, 6 — 6,2.

A la acción del calor, en tubo cerrado, no se descompone, sea cualquiera a la temperatura que se opere; en tubo abierto da un sublimado cristalino de arsénico blanco y desprende, a más de los arsenicales, vapores sulfurosos. Al carbón se descompone, dejando una escoria de cobalto que al vidrio de bórax produce color azul. El NO^3H la disuelve, dando solución

rosada con precipitación de arsénico blanco y formación de esponja de azufre.

Acompaña a la *esmaltina* y otros minerales de plata y cobre. Suecia, Noruega, etc. En España, en Espluga de Francolí (Tarragona), en el término de Peñamellera (Oviedo), Guadalcanal (Sevilla), en los Pirineos aragoneses, etcétera.

Esmaltina.— *Modumita.— Cobalto arsenical.— Cobalto blanco.*—Arseniuro de cobalto As^2Co. Regular. Frecuente el exaedro 100 con los ángulos triedros sustituidos por facetas del octaedro 111, a veces la forma holoédrica triaquisoctaedro 221; los cristales presentan las caras algo curvilíneas y con resquebrajaduras. Frecuente en masas cristalinas, reticulares, reniformes, bacilares, compactas, arborescentes; fractura desigual, rara vez concoidea; color gris de acero o gris blanquecino y brillo metálico poco intenso, raya gris negruzca. Dur., 5,5; pes. esp., 6,4 – 7,3.

A la acción del calor, y en tubo de ensayo, cerrado por los dos extremos, tarda bastante tiempo en descomponerse; pero al fin lo hace, sublimándose anhídrido arsenioso; si el ensayo se hace en tubo abierto, la descomposición es más rápida, sublimándose en las paredes frías una costra blanca de anhídrido arsenioso, a la par que se notan los olores arsenicales característicos. Al dardo del soplete y en el carbón desprende olor arsenical y queda una escoria; si se toma pequeña cantidad de esta escoria y se la ensaya al vidrio de bórax, toma éste coloración azul característica. Atacable por NO^3H y en caliente, dando solución rosada de tonos variables por ser mineral que contiene, generalmente, Fe y Ni.

Acompaña a la nicolita, pirita, galena y otros minerales en los filones: Cangas de Onís y Peñamellera (Asturias), Guadalcanal (Sevilla), Lanjarón (Granada), Sierra Carrasco (Murcia) y algunos puntos de Navarra y Valencia. Su principal importancia es en la coloración de los vidrios y pintura en la alfarería.

Esperkisa.—*Pirita blanca.—Marcasita.*—Sulfuro de hierro SFe.

Como se ve por la fórmula química, este mineral posee la misma composición que la pirita ordinaria; por consecuencia, el sulfuro de hierro es dimorfo. Cristaliza en el sistema rómbico. No es frecuente encontrar los cristales aislados, sino reunidos en maclas múltiples con relación al prisma 110, que reciben el nombre de *cresta de gallo;* frecuente la macla centrada, muy curiosa en esta especie, en que las caras de 001 y 101 están muy desarrolladas. Puede presentarse en grupos

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

fibroso radiales, conociéndose esta forma con el nombre de *pirita radiada;* bacilo-radiales, estalactíticos, globulares, reniformes, racimosos o en masas compactas, a la que denominan *pirita hepática.* Color amarillo claro, a veces amarillo verdoso; brillo metálico, raya gris verdosa. Dur., 6; pes. esp., 4,5 — 4,8.

Con los ensayos pirognósticos, y por vía húmeda, se conduce lo mismo que la pirita ordinaria, dando las reacciones características del hierro y del azufre.

Los yacimientos son casi los mismos: Ciudad Real, Extremadura, Asturias, etc., etc. La esperkisa se altera con más facilidad que la pirita ordinaria, razón por la que se emplea con preferencia en la preparación del alumbre y del sulfato ferroso hidratado.

Mispikel

Arsenopirita.—Pirita arsenical.—Sulfuro y arseniuro de hierro. $S^2As^2Fe^2$ Cristales domáticos constituídos por la combinación de 110 con el braquidomo 011, pudiendo estar sustituído éste por el 014 (fig. 67). A veces con los anteriores se combina el macrodomo 101 y los pinacoides 001 y 010. Las caras 014 se diferencian por estar estriadas. Maclas frecuentes según el macrodomo 101; rara vez según el 110. Exfoliación fácil, en sentido del 110.

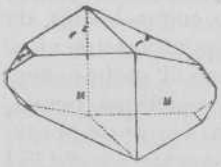


Fig. 67

Masas bacilares o granudas; fractura desigual; color gris blanquecino o blanco argentino; raya negra y brillo metálico intenso. Dur., 5,5; pes. esp., 6 — 6,2; agrio; da chispas con el eslabón y desprende, al ser frotado, olor arsenical. A la acción del calor, en tubo cerrado por los dos extremos, produce al principio sublimado rojo de sulfuro arsenioso, y después, negro de arsénico metálico; sobre el carbón, y al dardo del soplete, se descompone con desprendimiento de anhídrido sulfuroso y arsenioso; queda escoria negruzca, que tiene acción sobre la aguja magnética; en esta escoria puede investigarse el hierro con el vidrio de bórax y demás reactivos especiales. Atacable por el NO^3H con precipitación de arsénico blanco y formación de esponja de azufre.

Yace el mispikel en los filones metalíferos, acompañando a los minerales de plata, estaño, plomo y cinc. Freiberg, Brannsdorf, etc. En España se encuentra en Nurias, Conca del Clot, Ribas (Cataluña), Monterrey (Galicia), Mieres (Astu-

rias), Tejeda (Cáceres), Lonjas y Luesma (Zaragoza), Fregeneda (Salamanca), Sierra Nevada y otros puntos de Andalucía, Sierra de Guadarrama y Gredos, y, según el señor Naranjo, en Miraflores y Bustarviejo, siendo el mineral algo argentífero. Las variedades argentíferas se benefician para obtener la Ag. Su uso principal es para la extracción del arsénico.

Galena

Plomo sulfurado, alcohol de alfareros.—Sulfuro de plomo SPb.

Regular. Muestra la galena gran riqueza de formas, siendo la más frecuente el exaedro 100; no son raros el octaedro 111, rombododecaedro 110 y exaquisoctaedros 321 y 421; menos frecuentes el icositetraedro 211 y triaquisoctaedro 221; frecuente la combinación del octaedro 111 con el exaedro 100; macla según caras del octaedro; exfoliación perfecta según 100. Masas hojosas o granudas de brillo metálico intenso, color plomizo, rara vez con irisaciones, raya negra grisácea. Dur., 2,3; peso específico, 7,5. Al golpe del martillo se deshace con suma facilidad, produciendo pequeños cubitos que caracterizan la franca y fácil exfoliación de la galena. Son dignas de tenerse en cuenta las variedades granosas de galena, sobre todo las de grano fino, porque suelen ser por lo general bastante argentíferas.

Sometida a la acción del dardo del soplete, decrepita y en seguida se descompone, desprendiendo anhídrido sulfuroso; queda sobre el carbón una aureola amarilla rojiza en caliente, y en frío, de litargirio (PbO) y botón metálico—muy maleable—de plomo. La galena es atacable por el NO^3H con separación de azufre; esta solución produce precipitado amarillo con el ioduro potásico, y blanco con el SO^4H^2.

Es muy abundante en la naturaleza, yaciendo en filones metalíferos acompañando a la blenda; la ganga más frecuente es el cuarzo, baritina y fluorita; puede encontrarse formando masas irregulares y diseminada en toda clase de rocas.

En España existe en Linares, Sierra Almagrera, Sierra de Gádor, Sierra de Cartagena, Anglés, Papiol y Palafrugell (Cataluña), Plasenzuela, Llerena, Botija y otros puntos de Extremadura, etc., etc., y en casi todas las provincias españolas.

Desde el punto de vista industrial tiene gran importancia, por el plomo y plata que contiene; en la alfarería usan la galena reducida a polvo para barnizar las vasijas de barro,

barniz que resulta de la formación de un silicato de plomo, y que constituye ese vidriado especial que es tan digno de tenerse en cuenta por los envenenamientos que ha producido al tomar alimentos algo ácidos que habían sido contenidos en estas vasijas.

Argirosa. — *Plata sulfurada negra.* — *Argentita.* — *Plata vítrea.* — *Negrillo.* — Sulfuro argéntico SAg^2. Regular; siendo comunes el 111, 100 y 110, ya aislados o reunidos, constituyendo combinaciones; es general la del 100 con el 111 (figura 68). Frecuente los exaedros reunidos formando dendritas reticulares o arborescentes, que son muy características. Las masas informes de este mineral presentan un brillo metálico poco intenso; color plomizo, a veces negro. Dur., 2; pes. esp., 7,4; fractura ganchuda; raya negra. Siendo uno de los minerales que mayor cantidad de plata contienen, aun se nota ciertos caracteres que son comunes con el metal nativo; tales son el ser dúctil y maleable; se deja cortar en virutas con la navaja.

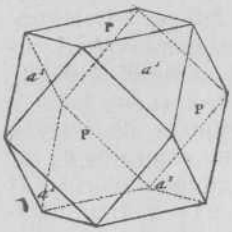


Fig. 68

Al soplete funde con facilidad, se hincha y desprende anhídrido sulfuroso, quedando al poco tiempo reducido el ensayo a un botón metálico argentino que es dúctil y maleable. Este botón es soluble en el ácido nítrico; agregando a esta solución nítrica otra de cloruro sódico, produce precipitado blanco cuajoso, soluble en el amoníaco. Puesto este mineral en contacto con el NO^3H, se descompone, produciéndose una masa amarilla sucia de aspecto esponjoso, que es debido al azufre desalojado de la combinación.

Llega a constituir, relativamente, grandes masas en Chile, Perú y Méjico. En España está citada por von Beust en Hiendelaencina (Guadalajara), y según Leonh, en Almadén de la Plata y Guadalcanal (Sevilla).

Se explota para la extracción de la plata.

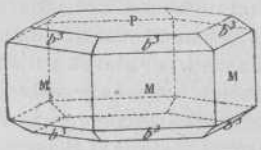


Fig. 69

Calcosina. — *Cobre vítreo.* — *Redrutita.* — *Cobre sulfurado.* — Sulfuro cuproso. SCu^2. Rómbico. Cristales tabulares de aspecto exagonal formados por la combinación 113, 023 y 001, o más frecuentemente: 113, 110 y 001 (fig. 69). Los cristales rara vez se presentan aislados, por lo común maclados, según caras del pro-

toprisma 110 ó según 112. Exfoliación imperfecta, según 110. Comúnmente en masas informes; color negro algo azulado, brillo poco marcado, más patente en la raya. Dur., 2,5; peso específico, 5,7; se deja cortar en virutas.

Al soplete se funde con gran facilidad, desprende anhídrido sulfuroso y comunica a la llama color verde que se hace azul celeste si se agrega al ensayo unas gotas de ácido clorhídrico. Atacable por el ácido nítrico diluído, produciendo solución verde, y deja residuo de azufre esponjoso; si a la disolución se le agrega pequeña cantidad de amoníaco, da precipitado verde de sal básica, soluble en exceso de reactivo tomando el líquido color azul.

Yace en los mismos sitios que la *calcopirita* y siempre en pequeñas cantidades en comparación con aquélla. Linares (Jaén), Albuñoz (Málaga), Monterrubio (Burgos), Pardos (Guadalajara), Villamanín (León), Pola de Lena (Asturias), Mahón (Baleares), etc. Los buenos ejemplares cristalizados proceden de Cornwall.

Cinabrio

Cinabarita.—Bermellón.—Sulfuro mercúrico. SHg.

Exagonal; en la meriedria tetartoedro-trapezoédrica. Cristales constituídos por la combinación: 0001, $\pi(10\bar{1}1)$, $\pi(20\bar{2}5)$, $10\bar{1}0$ (fig. 70). En los cristales de cinabrio de Almadén se descubren tritoprismas y romboedros de segundo orden. Maclas según 0001. Exfoliación fácil $10\bar{1}0$.

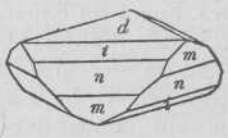


Fig. 70

Estructura compacta, granular o térrea; fractura desigual o astillosa; color rojo cochinilla; raya roja escarlata, lo mismo que el polvo del mineral; brillo adamantino más o menos intenso. Dureza 2 — 2,5; peso específico 8 — 8,2. Birrefringente uniáxico con signo positivo; $n_o = 2{,}852$, $n_e = 3{,}197$. Polariza rotatoriamente la luz con una intensidad dextrogira quince veces mayor que el cuarzo del mismo signo.

A la acción del calor, en tubo cerrado por los dos extremos, se sublima sin descomposición, siendo el sublimado pardusco; en tubo abierto por un extremo, se descompone desprendiendo anhídrido sulfuroso y sublimándose en las paredes frías del tubo costra blanquecina de mercurio sumamente dividido; que es mercurio se demuestra porque si se frota con una varilla de vidrio se forman pequeñas gotas me-

tálicas, o porque, agregando con la pinza una lámina de iodo, se formará ioduro mercúrico. Colocando un pequeño trozo de mineral en la oquedad del carbón y dirigiéndole el dardo del soplete, se observa al poco tiempo que el ensayo se cubre de coloración azulada débil, debido al azufre que se quema, formándose SO^2; si sigue actuando el dardo, la llama azulada desaparece, y sobre el ensayo se ven deslizarse multitud de gotitas de mercurio que concluyen por volatilizarse, desapareciendo todo el mineral, si era puro, o quedando solamente la ganga y substancias que le impurificaban. Es atacable por el NO^3H en caliente, y, sobre todo, por el agua regia, que forma cloruro mercúrico con separación de azufre.

El cinabrio es de los minerales de mayor importancia industrial de la gea española; constituye, él solo, la riqueza minera en la explotación del mercurio; es célebre de tiempos remotos el yacimiento de Almadén (Ciudad Real), cuyo filón arma en el terreno silúrico, sirviéndole de ganga la baritina y el cuarzo; es la mina más potente que se conoce, habiéndose explotado por lo menos desde la época de los romanos. Criaderos de menor importancia existen en gran número: Almadenejos (Ciudad Real), Río Monte (Galicia), Mieres y Pola de Lena (Asturias), Orihuela (Alicante), Sierra de la Cruz de la Muela (Murcia), Sierra de Espadán (Castellón), Collado de la Plata (Teruel), Valle de Azcoa (Navarra), etcétera. Fuera de España existen filones muy poderosos: Nuevo Almadén (California), Idria (Austria), que dan una gran cantidad de mercurio, pudiendo competir con nuestra mina de Almadén. Debido a la gran densidad, como igualmente al color rojo intenso del cinabrio, las variedades de grano fino y compactas, que son susceptibles de adquirir hermoso pulimento, suelen labrarlas haciendo objetos de adorno. El cinabrio terroso recibe el nombre vulgar de *bermellón natural*, usado en la pintura.

En farmacia tiene también importancia; forma parte de los polvos atemperantes de Stahl, úsase en fumigaciones para combatir las enfermedades sifilíticas, así como también para la preparación de la *pomada de cinabrio*, hoy de poco uso. De gran importancia en la fabricación de explosivos.

Hay que tener presente que el bermellón que se halla en el comercio suele estar mezclado con polvo de ladrillo, minio, colcotar y otras substancias de coloración roja. Sometido a la acción del calor, no ha de dejar residuo alguno (ausencia de las substancias indicadas); si se quieren revelar dichas substancias no hay más que proceder según el análisis indica.

G. — SULFOSALES

Calcopirita

Pirita de cobre.—Bronce candelero.— Towanita.—Sulfoferrito cuproso. $S^4Cu^2Fe^2$ ó $SCu^2 + S^3Fe^2$.

Tetragonal; hemiedria esfenoédrica. Los cristales son aparentemente regulares, pudiendo confundirse a simple vista con octaedros o tetraedros del sistema regular. Frecuente la combinación de dos esfenoedros, directo e inverso, desarrollados en toda su amplitud, dando al conjunto forma octaédrica (fig. 71); se considera directo —según Sadebech— el esfenoedro de caras lisas, e inverso el de caras estriadas. Otras veces los dos esfenoedros se combinan de manera que el esfenoedro inverso trunca los ángulos culminantes del esfenoedro directo (fig. 72). Frecuentes también el escalenoedro tetragonal, prisma, deutopirámide, protopirámide aguda y base. Se distinguen tres leves de maclas: 1.ª, por compenetración de dos esfenoedros, formando las aristas un ángulo de 90°; 2.ª, hemitropia según 101; 3.ª, hemitropia según 111. Exfoliación 201.

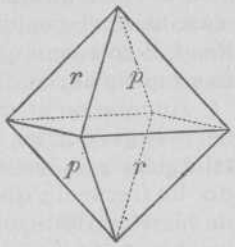


Fig. 71

Masas compactas, granudas o concrecionadas; fractura desigual o concoidea; color amarillo cúpreo o de latón; raya y polvo del mineral de color más obscuro; brillo metálico intenso, a veces con irisaciones. Dureza 3,5 — 4; peso específico 4,1 — 4,3.

Al calor, en tubo cerrado, se sublima azufre; en tubo abierto desprende SO^2. Sobre el carbón, con el dardo, se notan proyecciones de chispas; colorea la llama de verde y desprende SO^2; luego se forma un glóbulo o masa parda. Agregando unas gotas de ClH al ensayo, colorea la llama de azul celeste.

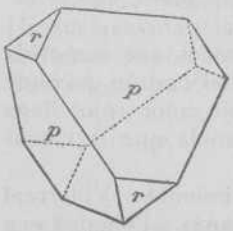


Fig. 72

Con el NO^3H o con el agua regia se descompone, separándose esponja de S. y se forma disolución verde; diluída ésta en H^2O destilada, da con el NH^3 precipitado verdoso rojizo; agregando más reactivo, parte del precipitado—la sal básica de cobre—se disuelve formando líquido azul celeste;

queda un precipitado sin disolver, de color ocráceo de hidrato férrico.

Yace cristalizada sobre las rocas cristalinas y el granito; forma potentes filones o se presenta accidentalmente en la mayoría de los filones metalíferos: Perú, Argentina, Chile, Bolivia, Fahlum (Suecia), Cornouailles, etc. En España son notables los yacimientos de la provincia de Huelva, principalmente los de Ríotinto y Castillo de las Guardas, explotados desde hace más de mil años antes de la Era cristiana. También se encuentra en Linares (Jaén). El Pedroso (Sevilla), Sierra Güejar (Granada), Mazarrón (Murcia), Horcajo (Ciudad Real), Sierra de Guadarrama (Madrid), y en todas las provincias españolas.

Aunque no es mineral muy a propósito para la extracción del cobre—por ser largas y complicadas las operaciones metalúrgicas—es, sin embargo, por su abundancia, el más usado. Es frecuente que la calcopirita vaya mezclada con pirita de hierro en tal cantidad, que las menas no rinden más de un 2 a 5 de Cu. Hay una mena de estas condiciones en Ríotinto, que, según anota el señor Naranjo en su clásica obra, contiene: Cu, 5,5; Fe, 40,6; S, 53,5; Ag, Au, 0,01. Las piritas cupríferas de Ríotinto y Tharsis contienen, según el señor Puerta, de 1 a 5 por 100 de Cu. Sirve también para la obtención de los vitriolos de Cu y Fe, y también S y SO^4H^2.

Bornita.—*Erubescita, cobre abigarrado.*—3 Cu^2S, Fe^2S^3.

Regular. Las formas más comunes son el 100 aislado; combinaciones del 111 con 100 y la formada por el 211 con 100 ó con 110. Maclas hemitropiadas, en las que el plano es una cara del octaedro 111; exfoliación imperfecta según el 111. Más frecuente en masas informes, nódulos o placas; fractura desigual o concoidea y color negruzco o cúpreo con tintas azuladas y rojizas en la superficie, Dur., 3; peso específico, 4,9 — 5,1.

El carácter pirognóstico más específico es que sometida a la acción del dardo del soplete, y sobre el carbón, se pone pardo el ensayo, tomando al enfriarse un color rojo; llega a descomponerse, pero opone más resistencia que la calcopirita.

Acompaña a la calcopirita en los yacimientos. Villarreal y Barambio (Alava), Peñaflor (Sevilla), Aramo y Pola de Lena (Asturias), Canales (Logroño), Amer (Gerona), Torres (Teruel), Hinojosa del Duque (Badajoz). Se destina a los mismos usos que la calcopirita.

Miargirita.—$S^3Sb^2 + SAg^2 = S^4Sb^2Ag^2 = 2(S^2SbAg)$.

Monoclínico. Siempre aparece cristalizada; pequeños cristales con estrías correspondientes al 001, y constituído por 103,100 ó 001,111. A veces los cristales son más complicados por agregarse a la combinación dicha la pirámide 112 y clinoprisma 120.

Los cristales aparecen aislados o en grupos, generalmente drusiformes; color gris plomizo, brillo adamantino y raya roja; fractura desigual o concoidea. Dur. 2 — 2,5; peso específico 5,2. Fusible sobre el carbón y con el soplete, en un glóbulo argentino, con desprendimiento de SO^2 y Sb^2O^3 y formación de una aureola característica de los compuestos de antimonio; en tubo cerrado se funde y sublima sulfuro de antimonio. Atacable por el NO^3H con precipitación de antimonio blanco.

Yace asociada a otros minerales de plata. Freiberg, etcétera. En España se encuentra en Hiendelaencina (Guadalajara), Prádena (Madrid), Guadalcanal (Sevilla).

Freieslebenita.—*Plata estriada.*—$S^{11}Sb^4$ $(PbAg^2)^5$.

Monoclínico. Los cristales son muy característicos por estar profundamente acanalados en dirección longitudinal. Con frecuencia en masas de estructura granular o compacta, fractura desigual o concoidea, color gris argentino o más frecuentemente gris de acero y lustre metálico algo adamantino. Dur. 2 — 2,5; peso específico 6 — 6,4. Al calor, en tubo cerrado, da un sublimado rojo; en el abierto, vapores sulfurosos y antimoniales; al carbón y con el soplete, se descompone desprendiendo anhídrido sulfuroso y antimonioso; se forma un botón de plata, si se opera mucho tiempo y con llama de reducción, y dos aureolas, una amarilla rojiza de litargirio y otra exterior, blanca, de óxido de antimonio. Atacable por el ácido nítrico con separación de azufre y precipitación de arsénico blanco.

Minas *Santa Cecilia*, *Suerte* y *Verdad de los artistas*, en Hiendelaencina (Guadalajara), en cuya localidad se han encontrado hermosos ejemplares cristalizados, estudiados por Bucking y von Zepharovich.

Proustita

Plata roja clara.—Sulfoarseniuro argéntico, o mezcla de sexquisulfuro de arsénico con sulfuro argéntico. $2\ S^3As\ Ag^3 = 3\ Ag^2S + S^3As^2$.

Exagonal; en la hemiedria romboédrica. Isomorfa con la pirargirita. Las mismas formas que la pirargirita, con la dife-

rencia de que en esta especie los escalenoedros adquieren más desarrollo. Maclas de idéntica constitución.

Exfoliación muy perfecta según las caras del romboedro; color rojo vivo, raya y polvo de mineral rojo bermellón; lustre adamantino, fractura desigual o concoidea. Dureza 2,5; peso específico 5,5 — 5,6. Uniáxica con birrefringencia fuerte, de signo negativo: $n_o = 3{,}084$, $n_e = 2{,}881$.

En el tubo de ensayo llega a descomponerse dando un sublimado de sulfuro de arsénico pardo; si la operación se verifica en tubo abierto, desprende olores arsenicales y sulfurosos, sublimándose una costra blanca de aspecto cristalino de anhídrido arsenioso. Con el soplete, en el carbón, se funde con facilidad desprendiendo anhídrido sulfuroso y arsenioso y quedando en la oquedad un glóbulo grisáceo muy frágil; pulverizado este glóbulo y mezclado con carbonato sódico, llega, con el fuego de reducción, a producir botón argéntico.

El ácido nítrico descompone al mineral formando nitrato argéntico y precipitando arsénico blanco con separación de azufre esponjoso.

Yace en los filones argentíferos acompañando a los minerales de arsénico. Chile, Méjico, Perú Sajonia, Bohemia, etcétera. En España se encuentra en Hiendelaencina y Guadalcanal. Se beneficia para la extracción de la plata.

Pirargirita.—*Plata roja obscura. Argirirrosa.*—Sulfoantimoniuro argéntico, o sexquisulfuro de antimonio con sulfuro argéntico. $2\,S^3SAg^3 = 3\,Ag^2S + S^3Sb^2$.

Exagonal romboédrico. La figura 73 representa la combinación del deutoprisma, romboedro y escalenoedros.

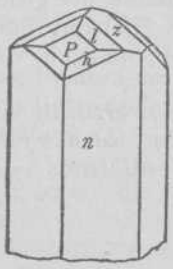


Fig. 73

Color rojo muy obscuro que parece negro de hierro; raya roja cochinilla; lustre adamantino; fractura concoidea, desigual o escamosa. Dur. 2 — 2,5; pes. esp. 5,7 — 58, Uniáxica con birrefringencia muy fuerte y signo negativo; $n_o = 3{,}084$, $n_e = 2{,}881$.

Al calor, en tubo de ensayo cerrado por los dos extremos salta produciendo un ruido especial; se descompone y forma un sublimado rojo pardusco de sexquisulfuro de antimonio; en el abierto desprende anhídrido sulfuroso y humos blancos antimoniales. Con el dardo del soplete y sobre el carbón, se descompone, formándose un glóbulo gris metálico y desprende anhídrido sulfuroso y anhídrido antimonioso, que forma una aureola blanca; pulverizado el glóbulo y mezclado

con carbonato sódico, produce por fusión un botón argéntico soluble en el ácido nítrico; de la solución nítrica es precipitable la plata al estado de cloruro con el ácido clorhídrico o un cloruro soluble, siendo el precipitado blanco, cuajoso, insoluble en los ácidos nítrico y clorhídrico y soluble en el amoníaco. Atacable por el ácido nítrico con precipitación de antimonio blanco y formación de esponja de azufre.

Es uno de los minerales de plata más abundantes; se asocia a otros para constituir filones argentíferos de bastante potencia; notable el yacimiento de Tres Puntas (Chile), cuyas minas han dado grandes rendimientos; son también dignos de mención los criaderos de la República Argentina, Perú Méjico Bolivia. En España se encuentra en Guadalcanal y Cazalla (Sevilla), Sierras de Guadarrama, Nevada y Morena, Hiendelaencina (Guadalajara), mina *Victoria*, en Plasenzuela (Cáceres). Se usa para beneficiar la plata.

Fahlerz

Cobres grises. — *Tetraedritas.* — *Panabasas.* — Complejos químicos formados por sulfoantimoniuros o sulfoarseniuros de cobre, muchas veces sustituído parcialmente por Fe, Ag, Hg, Zn, etc., constituyendo complicadas mezclas isomorfas.

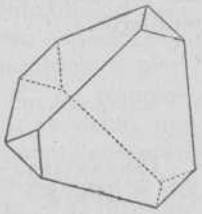


Fig. 74

Los *cobres grises* están relacionados por la cristalización; todos corresponden a la hemiedria tetraédrica del sistema Regular. Frecuentes los dos tetraedros directo e inverso (fig. 74), combinados, siendo positivo el de caras brillantes y negativo el de caras mates. Los cristales adquieren mayor complicación. Maclas frecuentes en las que el plano de gemelismo es 111, compenetrándose dos tetraedros que tienen común una cara de octaedro.

Atendiendo a la composición química se dividen en cobres grises *antimoniales* y *arsenicales*.

1.°—Cobres grises antimoniales

Panabasa.—Sexquisulfuro de antimonio con sulfuro cuproso. $S^3Sb^2 + 4\,SCu^2$ (Dana).

En cristales tetraédricos, en los que con frecuencia las caras están recubiertas de cristalitos microscópicos de calcopi-

rita. Dur. 3 — 4; pes. esp. 4,36 — 5,36. Color gris de acero; brillo metaloideo, colorea la llama del soplete de verde; se funde con dificultad y desprende vapores blancos de anhídrido antimonioso, a veces arsenicales, formándose en el carbón un glóbulo gris de Cu impuro, una extensa aureola blanca y otra interna amarilla, en caliente, de ZnO, fácil de revelar con el nitrato de cobalto El NO^3H descompone el mineral, precipitando antimonio blanco y formando esponja de azufre; en la disolución nítrica se descubren el Cu, Zn, Ag, Fe, etc., con los reactivos especiales.

Yace formando filones en el arcaico, a veces en el silúrico. Hungría, Clausthal, etc. En España, en Pardos, Molina de Aragón (Guadalajara), Güejar-Sierra, Motril, Guadalcanal, Ríotinto, etc. (Andalucía), Lorca (Murcia), La Creu (Valencia), Nogales (Lugo), La Matilla, Castuera (Extremadura) y en varios puntos de la zona cantábrica.

Spaniolita.—Panabasa mercurial. —$S^3Sb^2 + 4\ S(CuHg)$. Pes. esp. 5 — 5,6. Calentada en tubo abierto deposita gotas de mercurio. Tirol, Hungría.

Freibergita.—Panabasa argéntica.—$Sb^2S^3 + 4\ S\ (CuAg)$. Pes. esp. 4,85 — 6. Perú, Méjico. Este mineral debe existir en España, siendo probable que algunas de las citas hechas al referirse a la panabasa ordinaria correspondan a esta especie, principalmente las señaladas en los criaderos argentíferos.

2.°—Cobres grises arsenicales

Tennantina. — Panabasa arsenical ferrífera. — $S^3As^2 + + 7\ (CuFe)\ S$.

Panabasa arsenical.—Según Tschermak, $3\ S^3\ As\ Cu^3 + + S^4AsCu^5$. Parte del As está sustituído por Sb, y el Cu por Fe y Zn. Pes. esp. 4,9; dur. 4. En España, en Gistain y Sallen (Huesca).

BIBLIOTECA
DEL
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

III.—ÓXIDOS

Combinaciones del oxígeno o agua con los metales o metaloides.

A.—Anhídridos

Agua

Oxido hídrico. (H^2O, H, 11,1; O, 88,9).

Exagonal. En tres estados se presenta el agua: *gaseoso*, *líquido* y *sólido*, dependiendo estos diferentes estados de la temperatura; a 100° hierve y se convierte en vapor; a 0° se solidifica; a la temperatura ordinaria es líquida. Mirada en pequeña cantidad es incolora, pero cuando está en grandes masas adquiere un ligero tinte verdoso azulado; cuando pura, es insípida e inodora, adquiriendo a 4° c. el máximum de densidad; esta densidad vale 1, pues se toma como unidad y término de comparación para determinar el peso específico de los minerales y demás cuerpos sólidos y líquidos; a 0° c., como hemos dicho, se solidifica y aumenta $^1/_{11}$ de volumen, siendo en este caso su peso específico 0,8175; es decir, menor que cuando está líquida, por lo cual fácilmente comprenderemos que el *hielo* flote en el agua; si la temperatura se eleva gradualmente de 0° a 100°, se ve que hasta 4° va disminuyendo de volumen, y que a partir de aquí aumenta hasta los 100° en 1,043 comparado con el de fusión del hielo.

En la *nieve* puede estudiarse la cristalización del agua. Los cristales aun no están muy bien determinados; pero parecen estar constituídos por la combinación de los dos romboedros, directo e inverso π ($10\bar{1}1$), y la base 0001; como los dos romboedros tienen la misma amplitud, parece una pirámide exagonal $10\bar{1}1$ y la base 0001. La cristalización especial de la nieve es una estrella de seis radios sobre cuyos extremos se adosan otras estrellitas, también exarradiadas, de la misma constitución que la principal; estas agrupaciones de cristalitos aciculares obedecen a leyes de macla. En el *granizo* se ve una agrupación muy especial constituída por la reunión de pirá-

mides con la base redondeada. Exfoliación, al parecer, según la base 0001 y fractura concoidea. La dureza del hielo es 1,5; lustre vítreo. Birrefringente con signo positivo $n_o = 1{,}3090$, $n_e = 1{,}3133$ (d).

El agua es la materia mineral más abundante en la naturaleza, la más importante de todas ellas bromatológica, higiénica y medicinalmente considerada; sin ella no es posible la vida, y por último, el agua juega y jugó un papel principal en la transformación y formación de la corteza terrestre.

En las obras de Hidrología suele hacerse la siguiente división de las aguas: *Aguas salobres*, *Aguas potables* y *Aguas minero-medicinales*.

Aguas salobres.—Reciben también los nombres de *crudas* y *duras;* con estos nombres se conocen las aguas que llevan en disolución fuerte cantidad de bicarbonato o sulfato cálcico, y a veces también magnésico. Estas aguas son impropias para beber, y tienen la propiedad de *cortar el jabón* por formación de oleatos y margaratos cálcicos insolubles, por cuya razón no sirven tampoco para el lavado de las ropas, ni cuecen bien las legumbres. A este grupo corresponden las aguas *incrustantes* y las *selenitosas;* las incrustantes llevan en disolución, por lo menos, 35 ó 40 centigramos de bicarbonato cálcico y magnésico por litro, y las selenitosas unos 30 centigramos de sulfato cálcico.

Aguas potables.—Con este nombre se comprenden todas las aguas que usualmente se destinan a la bebida. Estas aguas son límpidas, diáfanas, inodoras y de un sabor agradable algo salino; la proporción de sales minerales oscila entre 20 y 35 centigramos por litro, nunca más de 50 ni menos de 15; estos principios salinos son principalmente los cloruros y sulfatos sódico, cálcico y magnésico y el bicarbonato cálcico. Las aguas potables contienen siempre en disolución ácido carbónico, nitrógeno y oxígeno en las proporciones siguientes: 3 a 6 c. c. de ácido carbónico, 7 a 9 c. c. de oxígeno y 15 a 20 c. c. de nitrógeno por litro de agua; el oxígeno y el ácido carbónico son los dos principios, en unión de los compuestos salinos, que dan ese sabor tan agradable a las genuinas aguas potables. Ningún agua, por buena que sea, se ve libre de *materia orgánica inofensiva,* y, por lo tanto, todas reducen el permanganato potásico, que es de los mejores reactivos para investigarla; la proporción de la materia orgánica es variable según la bondad del agua; no baja de 2 miligramos por litro ni sube de 2 centigramos; en el caso que la proporción sea elevada, que exceda del límite indicado, no deben considerarse potables.

La presencia de materias nitrogenadas (amoníaco, ácido nitroso y nítrico, secreciones orgánicas, etc.) no corresponden a un agua genuinamente potable, y siempre que se encuentren en las aguas deben determinarse cuantitativamente con mucha precisión, pues además de ser substancias poco convenientes a la salud, predicen la existencia de organismos y materias patógenas.

Antes de dictaminar acerca de la bondad del agua es indispensable hacer un detenido examen bacteriológico, pues sabido es que el agua es vehículo transportador de los microorganismos patógenos.

En los casos de enfermedades epidémicas, el agua debe beberse después de esterilizada por cualquiera de los muchos procedimientos que existen.

Aguas minero-medicinales

Las aguas minero-medicinales son conocidas también, aunque impropiamente, con el nombre de *aguas minerales*. Son *productos naturales, complejos, líquidos, resultantes de la disolución en el agua de diferentes principios en cantidad tal que pueden llenar una indicación terapéutica;* todas son, por consecuencia, soluciones acuosas naturales que natural o artificialmente brotan a la superficie de la tierra y ofrecen alguna virtud medicinal.

Origen de las aguas minero-medicinales.—En la formación de las aguas minero-medicinales concurren diferentes agentes, pero el más notable de todos ellos es el agua con su doble acción física y química; el agua desempeña principal papel en las transformaciones del mundo mineral, siendo, por consecuencia, factor importantísimo de la minerogénesis. Por su poder disolvente ejerce acción notoria sobre la casi totalidad de las especies minerales constitutivas de la corteza terrestre; pero esa acción es muy distinta según las condiciones en que actúa y según la naturaleza de la materia mineral; por regla general, la acción del agua está favorecida por otros factores no menos importantes (presión, temperatura, corrientes eléctricas, presencia de cuerpos extraños, etc., etc.).

El agua que llega a la superficie terrestre desaparece, filtrándose buena parte de ella por entre las capas de la tierra; ese agua que desciende va aumentando de temperatura y encontrándose sometida a presiones más elevadas, tanto más cuanto más profunda se halla dentro del mismo terreno. Al

descender el agua verifica una especie de lixiviación de las capas que atraviesa; disuelve aquellas substancias que normalmente son solubles en dicho líquido, más aquellas otras que lo son en presencia de ciertos cuerpos ya disueltos o cuando la acción se favorece con aumento de presión y temperatura. Así, por ejemplo, los sulfatos, cloruros y carbonatos alcalinos se disuelven sin que el agua esté a presión y temperatura elevada ni que exista cuerpo intermediario ya disuelto; pero para que lo hagan, v. gr., los carbonatos alcalino-térreos y metálicos es necesario que el agua lleve disuelto de antemano ácido carbónico para que, de insolubles que son, los haga solubles por conversión en bicarbonatos; los piroxenos, anfiboles y feldespatos, en presencia del agua que lleva en disolución ácido carbónico, se descomponen dejando libre la sílice, mientras que las bases quedan en el agua a expensas del ácido carbónico, con el que forman bicarbonatos; hasta la misma sílice llega a disolverse cuando el agua actúa auxiliada por la presión y temperatura.

Las aguas cargadas de materias minerales corren por la capa impermeable, donde llega a veces a formarse depósitos de mayor o menor potencia; las aguas allí acumuladas pueden brotar en la superficie terrestre por las resquebrajaduras de los terrenos formando las *fuentes naturales*, o el hombre busca esos depósitos minando la tierra para formar *fuentes artificiales* de aguas minero-medicinales.

Gran parte de las materias disueltas persisten inalterables después que el agua brotó a la superficie; pero otras son fácilmente alterables tan pronto se ponen en contacto con los agentes atmosféricos, quedando disueltos unas veces los compuestos resultantes de la alteración, y otras formando precipitados muy diversos. Las *aguas sulfuradas* precipitan azufre por descomposición de los sulfuros y ácido sulfhídrico en presencia del oxígeno; las *bicarbonatado-ferrosas* y *bicarbonatado-cálcicas* también se descomponen en el mismo venero formando precipitados, debido a la pérdida de anhídrido carbónico y oxidación subsiguiente en el caso particular de las bicarbonatado ferrosas.

En la formación de las aguas minero-medicinales *sulfuradas* juegan papel importantísimo un conjunto de protofitas, antiguas algas correspondientes a la familia de las sulfobacterias, conocidas comúnmente con el nombre de *sulfurarias;* las especies más notables son la *Beggiatoa alba* Trev y *B nivea* Rabench, que aparecen en masas filamentosas, a las que se llamaron por los hidrólogos *Baregina* y *Glerina.*

Estas especies tienen la propiedad de apoderarse del oxí-

geno de los sulfatos convirtiéndolos en sulfuros; los sulfatos sódico, potásico, cálcico, magnésico, etc., disueltos en el agua se hallan expuestos a la acción reductora de estos organismos vegetales, que dan por resultado final la formación de agua sulfurada.

Clasificación.—Las clasificaciones modernas se fundan en la *subordinación de los caracteres*, resultando de este modo grupos relativamente bien definidos. Los principios fundamentales de la taxonomía hidrológica son los siguientes: 1.° *Acción fisio terapéutica de las aguas minero-medicinales.* 2.° *Composición química.* 3.° *Temperatura;* y 4.° *Yacimiento.*

1.° *Acción fisio-terapéutica.*—La clínica da la prueba decisiva respecto a la virtud médica de una determinada agua minero-medicinal, indicándonos la especial acción sobre el organismo humano: estas aguas son: *un conjunto de principios cuya acción fisio terapéutica corresponde al todo sin hacer abstracción de ninguno de ellos;* no obstante, en algunas aguas, por ejemplo, las sulfuradas, la acción de los sulfuros, sulfitos e hiposulfitos se destaca con bastante claridad. No es muchas veces el principio mineralizador más abundante el que da mayor acción fisio-terapéutica al agua, sino otros que, aunque se encuentren en exigua cantidad, muestran una energía que se sobrepone a los demás, resultando, en este caso, que aquel principio es el que da carácter taxonómico, porque es quien más contribuye a la virtud medicinal; ahora bien: cuando la acción terapéutica de un principio es secundaria; cuando esa acción no domina, entonces la categoría del caracter resulta de orden inferior.

2.° *Composición química.*—Es innegable que la composición química nos da caracteres notabilísimos para la clasificación de las aguas; es cierto que a veces el principio químico dominante no es el que da carácter, porque su acción fisio-terapéutica está poco definida; pero en la mayoría de los casos la substancia que en mayor cantidad se encuentra disuelta es la que suele, si es activa, dar carácter medicinal. Por otra parte, la composición química de las aguas varía poco, sobre todo cualitativamente. Hay que tener presente que los caracteres químicos se refieren a las aguas no alteradas, a las que no se han transformado en contacto de los agentes exteriores, no a las que salieron del manantial y fueron repuestas en malas condiciones.

3.° *Temperatura.*—La temperatura es un carácter físico muy notable e influyente en las virtudes médicas de las aguas minero-medicinales. Atendiendo a este carácter, muchos hidrólogos las dividen en *frías* y *termales*, según que presenten

en el manantial temperatura inferior o superior a 15° c., respectivamente. La Comisión encargada de estudiar los manantiales de la isla de Luzón hizo una clasificación de las aguas conforme a la temperatura, y tomaron por base los siguientes datos: *temperatura media de manantial, temperatura fisiológica humana y temperatura media de la localidad donde se encuentre el manantial;* con estos datos las dividieron en *frías, hipotermales, termales* e *hipertermales.* Las *frías* se caracterizan por tener temperatura inferior a la fisiológica humana y a la media de la localidad; *hipotermales*, temperatura inferior a la fisiológica y superior a la media de la localidad; *termales*, temperatura superior a la fisiológica e inferior a 44° c.; *hipertermales* son las aguas que presentan temperatura superior a 44° c., y, por lo tanto, traspasan el límite máximo de las utilizadas para baños.

Las aguas que tienen temperatura muy elevada, superior a 44° c., no tienen nada de ventajosas como medicinales; las más favorables, las mejores, son las que presentan temperatura de 32° a 38° c , que es la que más se aproxima a la temperatura fisiológica humana. A más de las aguas de los geysers de Islandia, que no son medicinales y llegan a alcanzar temperatura de 112° c., las hay de temperaturas muy elevadas: las de Hammanmer Contin (Constantina) llegan a 96° c., las de Caldas de Montbuy (Barcelona), a 70° c. en el manantial de Garau, y 69° c. en el del Hospital, y, por último, las aguas hipertermales clorurado-sódicas de La Hermida (Santander) presentan temperatura de 61° c. (manantiales nuevos), y 50° c. la que brota en el antiguo manantial.

4.° *Yacimiento.*—Es un carácter muy notable el yacimiento de las aguas minero-medicinales; pero resulta de orden inferior a los anteriormente citados tratándose de caracteres aprovechables para la clasificación hidrológica. Conociendo el yacimiento de un agua podemos saber, por lógicas deducciones, la relación que existe entre su composición química y la del terreno o terrenos donde se engendró. La termalidad depende, entre otras cosas, del terreno en que se mineralizó el agua o por el que circuló antes de brotar en la superficie; las que yacen en terrenos volcánicos, por lo general, son termales, sobre todo cuando no muy lejos existe un volcán en actividad o aquel terreno está expuesto a frecuentes sacudidas y erupciones; en este caso la termalidad la adquieren en capas próximas a la superficie; mientras que si el terreno se vió libre hace mucho tiempo de esos fenómenos, esa termalidad es adquirida en capas profundas. No es raro ver aguas termales que brotan en terrenos no volcánicos; pero en este

caso el venero se encuentra casi siempre en los límites de las formaciones geológicas, en los sitios donde la alteración es más patente, en las *fallas;* por ejemplo, las aguas cloruradosódicas algún tanto bicarbonatadas de La Garriga (Barcelona), que son termales y hasta hipertermales, puesto que llegan a tener 45° c., presentan el venero en la intersección de las pizarras silúricas y la roca granítica.

La clasificación de aguas minero-medicinales adoptada por la mayoría de los hidrólogos modernos, y que viene a ser, con pequeñas modificaciones, la propuesta en el *Anuario oficial de las aguas minerales de España*, es la siguiente:

1.ª clase.	*Cloruradas.*		5.ª clase.	*Sulfuradas.*
2.ª	—	*Bicarbonatadas.*	6.ª	—	*Arsenicales.*
3.ª	—	*Sulfatadas.*	7.ª	—	*Nitrogenadas.*
4.ª	—	*Ferruginosas.*			

Aguas minero-medicinales cloruradas

El principio preponderante mineralizador y activo es un cloruro.—La presencia del cloruro sódico en todas las aguas incluídas en esta clase las da un carácter muy distintivo; a más del cloruro sódico se encuentran, por lo común, otras substancias, como son: cloruros, ioduros, bromuros, fluoruros, bicarbonatos, sulfatos, sulfuros, sódicos, potásicos, cálcicos, magnésicos, etc. La termalidad es muy distinta: las hay frías, las de Chiclana; hasta hipertermales, las de Caldas de Montbuy, La Hermida, Fortuna, etc. Aciduladas con ácido nítrico producen, con la disolución de nitrato argéntico, precipitado blanco cuajoso, insoluble en los ácidos y soluble en el amoníaco (carácter de los cloruros). Son aguas muy estables y uniformes con respecto á su composición química.

Aguas minero-medicinales bicarbonatadas

El principio preponderante mineralizador y activo es un bicarbonato.—Todas las aguas incluídas en esta clase tienen en su constitución química bicarbonatos, generalmente el sódico, cálcico y magnésico, y a veces el ferroso. Como los *carbonatos* alcalino-térreos y metálicos son insolubles en el agua, es necesario, para que existan disueltos, que se encuentren al estado de *bicarbonatos* y en presencia de un exceso de ácido carbónico; por eso estas aguas presentan en disolución una buena cantidad de ácido carbónico. El ácido carbónico

se disolvió en el agua cuando ésta se encontraba sometida a una fuerte presión, y a su presencia se debe que la composición química sea, por lo general, muy compleja; cuándo brotan en la superficie, como se encuentran libres de la presión a que se mineralizaron, desprenden gran cantidad de *anhídrido carbónico*, y una buena parte de los bicarbonatos se precipitan por conversión en carbonatos neutros insolubles; son, por consecuencia, aguas muy alterables. La termalidad es muy distinta: hay aguas frías, las de Burlada (Navarra), 13°,8 c., y Cardó (Tarragona), manantial de San José, 12°,7 centígrados; hipotermales, Alanje (Badajoz), 22° y 26° c.; termales, Alhama de Aragón, 34°, y, por último, las hay hipertermales, como las de Caldas de Malavella (Gerona), 60°,3 centígrados la de la fuente *La Mina*.

Con el ácido clorhídrico se descomponen con desprendimiento de anhídrido carbónico, que se reconoce por la efervescencia y porque blanquea el agua de cal, debido a la formación de carbonato cálcico.

Aguas minero-medicinales sulfatadas

El principio activo mineralizador preponderante es un sulfato.—Estos sulfatos son el sódico, calcico y magnésico. La proporción de los principios salinos es muy variable, así como también la temperatura, pudiendo afirmarse que *la cantidad de estos cuerpos está en razón inversa de la temperatura.*

Tratadas estas aguas directamente por la disolución de nitrato o cloruro bárico producen abundante precipitado blanco de sulfato bárico, insoluble en los ácidos y álcalis.

Hemos dicho que la termalidad es variable, con frecuencia hasta en el mismo manantial; las hay frías como las de Maravilla de Loeches, 10°,5 c., y Margarita de Loeches (Madrid), 12°,5 c.; hipotermales, Valdeganga (Cuenca), 24° c., y Sierra Elvira (Granada), 25° a 30° c., y termales, como las de Busot (Alicante), 41° c.

A la clase de las aguas minero medicinales sulfatadas corresponden las de La Maravilla de Loeches (Madrid), puesto que la virtud medicinal se debe principalmente a los sulfatos sódico, cálcico y magnésico: 0,6974, 2,0268 y 1,5696 gramos por litro, respectivamente; pero lo notable de estas aguas es la proporción que presentan de nitro, pues llega a 0,3674 gramos y claro es que esta substancia ha de influir e influye en la acción fisio-terapéutica; atendiendo a estas razones, pueden clasificarse *sulfatadas mixtas nitradas*.

Aguas minero-medicinales ferruginosas

El principio activo preponderante mineralizador es un compuesto ferroso.— Rara es el agua que carece en absoluto de compuestos de hierro, pero solamente un cierto número de ellas lo poseen en cantidad y condiciones tales, qne su acción propia fisio-terapéutica se sobreponga a la de los demás principios que, juntamente con él, constituyen el agua minero-medicinal; estas aguas son las que realmente llevan el nombre de *ferruginosas*.

Las *aguas ferruginosas* están mineralizadas o por el *bicarbonato ferroso* o por el *sulfato, crenato* y *apocrenato ferroso*, naciendo de aquí la división de *ferruginosas bicarbonatadas, ferruginosas sulfatadas* y *ferruginosas crenatadas* y *apocrenatadas;* nosotros, que sólo nos ocupamos de la hidrología española, no admitiremos para el estudio más que el grupo de las *ferruginosas bicarbonatadas*, puesto que hasta hoy no se conocen en la Península aguas de reconocida importancia de los demás grupos.

Todas tienen más o menos acentuado, pero siempre más débilmente que las sulfatadas y crenatadas, un sabor *de hierro* característico; forman en el fondo de los depósitos, en las cañerías y también en la superficie de la misma agua un sedimento y película, respectivamente, ocrácea, resultante de la descomposición del bicarbonato ferroso en contacto del oxígeno atmosférico; ese sedimento ocráceo está formado, principalmente, por hidrato férrico insoluble. Todas son *gaseosas;* es decir, que tienen ácido carbónico, al que se debe el mantenimiento del compuesto soluble de hierro.

La termalidad de estas aguas es muy distinta; por lo común son frías, Puertollano (Ciudad Real), 16°,25 c. (fuente); a veces hipotermales, Lanjarón (Granada), 30° a 30°,5 c. (nacimiento del manantial *Salado),* y termales, Graena (Granada), 40° (manantial de la Teja), e hipertermales, como el manantial *Fuerte*, 44° c., de este último balneario.

Con el sulfuro amónico producen precipitado negro de sulfuro ferroso hidratado, soluble en los ácidos; con el ferricianuro potásico dan precipitado azul de ferricianuro ferroso.

Ejemplos de aguas ferruginosas bicarbonatadas existen en España, pero la mayoría carecen de un buen análisis.

Es bien sabido que las ferrobacterias, *Leptothrix ochracea, Spirophyllum ferrugineum,* etc., transforman el bicarbonato ferroso en limonita o sedimento ocráceo.

Aguas minero-medicinales sulfuradas

Presencia de sulfuro sódico o cálcico y ácido sulfhídrico.— Ya hemos dicho en otras ocasiones que los sulfuros disueltos en contacto con el oxígeno atmosférico se descomponían produciendo, entre otras substancias, hiposulfitos de gran energía fisio-terapéutica. El olor a huevos podridos y el aspecto lechoso que a veces presentan, se debe a la alteración de dichas aguas en presencia del anhídrido carbónico y oxígeno, secundada esta acción por el ácido silícico que las mismas aguas contienen; el monosulfuro sódico, por ejemplo, en presencia del anhídrido carbónico y el agua, se descompone, produciendo carbonato sódico y desprendimiento de ácido sulfhídrico al que se debe el olor a huevos podridos: $SNa^2 + CO^2 + H^2O = CO^3Na^2 + SH^2$; el oxígeno, ayudado por el agua, descompone también el sulfuro produciendo un bisulfuro y un hidrato que, en contacto con el anhídrido carbónico, forma carbonato: $2SNa^2 + O + H^2O = S^2Na^2 + 2NaOH$; $2NaOH + CO^2 = CO^2Na^2 + H^2O$; el bisulfuro sódico formado se transforma en hiposulfito si continúa la acción del oxígeno: $S^2Na + 3O = S^2O^3Na^2$; el azufre libre, que se observa en las aguas sulfuradas, procede de la descomposición del ácido sulfhídrico en presencia del oxígeno, según expresa la ecuación química siguiente: $SH^2 + O = H^2O + S$. No todo el ácido sulfhídrico desprendido de las aguas sulfuradas reconoce ese origen; la *Beggiatoa alba* Trev y *Beggiatoa nivea* Rabenh, como ya dijimos al tratar del origen de las aguas minero-medicinales, tienen la propiedad de reducir los sulfatos depositando en su protoplasma partículas de azufre y desprendiendo ácido sulfhídrico; estos microorganismos vegetales se encuentran en gran cantidad en las aguas sulfuradas, constituyendo un estrato mucoso (*Beggiatoa alba* Trev) o cespitoso flotante (*Beggiatoa nivea* Rabench), al que los antiguos llamaban *baregina* y *glerina;* otras protofitas, pero correspondientes a la familia bacteriáceas, sección de las *tiogenas*, como son el *Spirillum gyrans* y varias especies de géneros hasta ahora mal conocidos, casi desconocidos, descomponen el ácido sulfhídrico formando agua y precipitando azufre.

La temperatura de las aguas sulfuradas está generalmente relacionada con la composición química; casi todas las sulfuradas cálcicas son frías (Liérganes, 17° c.; Gaviria, 15° c.; Grávalos, 13° c., etc.), y calientes, las sulfuradas sódicas: Cuntis (*la Virgen*), 57°,5 c.; Ledesma (*baños*), 52° c.; Baños,

41°,5 c.; Lugo (m. templado) 35° c., etc.; hay, sin embargo, excepciones, por ejemplo, Zuazo y Bocozas que siendo sulfuradas sódicas, tienen una temperatura de 24° c. y 15° c.

Todas las aguas sulfuradas dan con el acetato de plomo un precipitado negro de sulfuro plúmbico, insoluble en el sulfhidrato amónico y soluble, en parte, en el ácido nítrico. Es importante saber cuándo un agua sulfurada contiene sulfuro o ácido sulfhídrico o los dos a la vez; para resolver este problema no hay más que colocar en un matracito de vidrio el agua objeto del ensayo y suspender del tapón del matraz un papel impregnado en la disolución de acetato de plomo; calentada el agua, si existe el sulfhídrico, el papel toma un color negro por formación de sulfuro de plomo; en caso contrario, el papel reactivo permanecerá blanco; el agua que sirvió para el anterior ensayo se trata por el nitroprusiato sódico, y en el caso que exista sulfuro, el agua tomará hermosa coloración *violácea* característica de los sulfuros.

Aguas minero-medicinales arsenicales

Preponderancia activa de un compuesto arsenical que generalmente es el arseniato sódico.—La acción fisio-terapéutica del compuesto arsenical siempre aparece dominando sobre los demás principios activos, e imprime a las aguas un carácter especial muy notable; el tanto por litro de substancia arsenical es pequeño, pues realmente nunca pasa de unos miligramos por litro.

Es frecuente que las aguas arsenicales sean a la vez ferruginosas; nada tiene de particular esto, porque los minerales arsenicales se asocian a los de hierro, y el agua, cuando se mineraliza de compuestos ferrosos, arrastra arsénico al estado de arseniato sódico generalmente.

La termalidad es distinta, según los manantiales; son termales las de Alhama de Aragón, 34°, e hipotermales, casi frías, las de Buyeres de Nava (Oviedo), 21° c., y Hervideros de Fuensanta (Ciudad Real), 22° c. Buen tipo de agua arsenical es la de la Toja (Pontevedra).

El hidrato férrico, procedente de la descomposición de los compuestos de hierro, que con frecuencia acompañan a los arsenicales, descompone el arseniato sódico, formando arseniato férrico insoluble, que se precipita en unión del hidrato férrico, también insoluble, formando sedimento ocráceo, donde puede reconocerse el arsénico, lo mismo que en las aguas, por sus reactivos especiales.

Aguas minero-medicinales nitrogenadas

Aguas de composición química muy sencilla, fuertemente mineralizadas por el nitrógeno; debil o nula cantidad de oxígeno. – En los análisis químicos que se indican de aguas minero-medicinales, puede observarse que el nitrógeno es constante en casi todas ellas, muy rara la que carece de este gas, pero ninguna de ellas son *nitrogenadas;* es decir, que este elemento no se encuentra en condiciones para poder ser aprovechado en los usos medicinales, condición indispensable para que puedan clasificarse minero-medicinal nitrogenada. Estas carecen de oxígeno libre, o por lo menos se encuentra en pequeña cantidad; tiene así que suceder, puesto que lo que se busca es que la atmósfera que se desprende del agua sea poco o nada oxigenada, y de este modo pueda llenar la acción fisio-terapéutica sedante. Esta condición la reúnen pocas aguas, pues el oxígeno, con frecuencia, acompaña al nitrógeno en proporciones muy notables, por cuya razón son escasos los manantiales de aguas minero-medicinales nitrogenadas. Este grupo no es admitido por los hidrólogos extranjeros por carecer de tales manantiales.

La termalidad es distinta; las hay hipertermales, como las de Caldas de Oviedo (Asturias), 43° c., e hipotermales, las de Panticosa (Huesca), 26°.5 c. a 28°,8 c.

Aguas nitrogenadas de Panticosa (Huesca).—Constituyen el prototipo de aguas nitrogenadas, como puede verse por el análisis que ahora indicaremos. Yacimiento en el terreno granítico. Radioactivas. Existen tres manantiales: manantial del *Higado*, *Herpes* y *San Agustín.* Las aguas de estas fuentes fueron analizadas, en distintas épocas, por los señores Herrera, Grande, Usera, Sáenz Díez, Conet y también en el Laboratorio de la Farmacia Central, francesa; según estos análisis, cada litro de agua contiene:

N	S. Agustín. — 48,76 c. c.	Higado. — 65 c. c.	Herpes. — 89 c. c.
Sulfato sódico	0,0174 gr.	0,0400 gr.	0.0390 gr.
Fosfato sódico	»	0,2055 »	0.0245 »
Cloruro sódico	0,0044 »	0,0100 »	0,0085 »
Bicarbonato cálcico	0,0059 »	0,0045 »	0,0005 »
Sílice	0.0391 »	0,0305 »	0,0150 »
Materia orgánica	0.0170 »	1,0165 »	0,0110 »
Pérdida	0,0090 »	0,0030 »	1,0015 »

Usadas contra la tisis pulmonar e infartos del hígado.

Las aguas de Caldas de Oviedo (Asturias), que ya hemos dicho son hipotermales, 43° c. (punto de emergencia), yacen en las calizas del carbonífero. Son menos nitrogenadas que las de Panticosa, pero en cambio presentan 60 centímetros cúbicos de ácido sulfhídrico por litro de agua. Tienen algo de oxígeno. Preconizadas contra las enfermedades del aparato respiratorio y reumáticas.

Las aguas minero medicinales de fácil alteración no pueden conservarse embotelladas y hay que tomarlas en el mismo manantial; tal ocurre, por ejemplo, con las *sulfuradas*. Las *cloruradas* y *sulfatadas* son de fácil conservación; no tanto las *bicarbonatadas*, *ferruginosas*, *arsenicales* y *nitrogenadas*, con las que hay que tener mucho cuidado para que no se descompongan. Son requisitos indispensables para la conservación, disponerlas en botellas herméticamente cerradas, de paredes fuertes y obscuras o negras, de modo que no penetren los rayos químicos del espectro, que el líquido llene toda la cavidad de la vasija y que la temperatura del recinto donde se tienen sea de 8° ó 10° c. y sin grandes oscilaciones, pues los ascensos y descensos de la temperatura las altera en su modo de ser. Sin embargo, las aguas minero-medicinales deben tomarse en el mismo manantial, porque, sin disputa alguna, aparte otras consideraciones, allí ofrecen acciones fisio-terapéuticas más marcadas. Además, la radioactividad desaparece de las aguas al poco tiempo de salir del manantial.

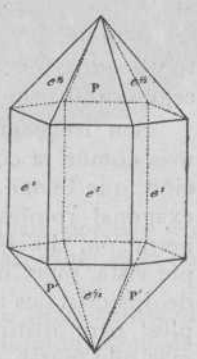


Fig. 75

Cuarzo

Sílice.—Anhídrido silícico SiO^2.

Exagonal romboédrico: tetartoedria trapezoédrica. Hay gran diversidad de formas cristalizadas, notándose en la mayoría de ellas la preponderancia de los romboedros. El romboedro es muy raro encontrarle aislado; frecuente la unión de dos romboedros, directo e inverso, con igual desarrollo simulando pirámide exagonal. Estos dos romboedros suelen unirse a $10\bar{1}0$, resultando el prisma exagonal apuntado por una aparente pirámide exagonal (fig. 75).

Las caras trapecianas se disponen: sobre la intersección

de aristas áxicas y horizontales; por encima de las anteriores, sobre aristas polares (fig. 76). Se conocen cristales, en apariencia sencillos, y que son maclas por compenetración.

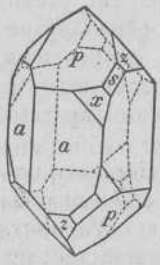


Fig. 76

La mayoría de los cristales muestran los romboedros con diferente desarrollo. El prisma $10\bar{1}0$ está estriado transversalmente, y lo mismo los romboedros agudos.

La disposición de las caras trapecianas indica el signo de los cristales, siendo dextrogiros los que la llevan en la parte superior derecha de las caras $10\bar{1}0$, y levogiros cuando están en la superior izquierda.

Exfoliación muy imperfecta según caras del romboedro; a veces se descubre una dirección de exfoliación según caras protoprismáticas.

Son frecuentes las maclas de ejes paralelos, siendo la más común la constituída por dos individuos de igual rotación, que tienen por plano de macla la cara de un prisma exagonal romboédrico. Cuando las maclas son por compenetración, difícilmente se descubren a simple vista, pues más que agrupación regular de dos cristales aparecen como formas simples; para distinguir estas maclas no hay más que fijarse en la colocación de las caras trapecianas (fig. 77); si existen alternativamente encima de los ángulos, es forma sencilla, mientras que si aparecen sobre todos los ángulos, será una macla. Hay maclas que aparentemente están formadas por dos individuos de rotación distinta; haciendo un estudio detenido de estas agrupaciones, resulta, por lo general, que cada uno de estos individuos están constituídos por láminas de rotación contraria, colocadas alternativamente y en dirección paralela; la regularidad de colocación de estas láminas de diferente rotación la presenta el *cuarzo violado del Brasil*, en cuyos ejemplares no se observa la polarización rotatoria.

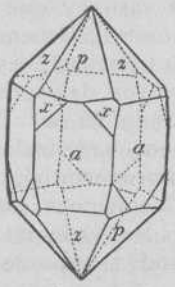


Fig. 77

Ordinariamente los cristales se presentan reunidos en geodas, drusas, o implantados sobre cuarcitas (fig. 78), a veces aislados, siendo ejemplo de ello los diminutos cristales de la falda S. de Montserrat (Cataluña).

Dur. 7; pes. esp. 2,4 — 2,8. Fractura concoidea y desigual. Lustre vítreo más o menos intenso, según las varieda-

des, siendo también el color muy distinto. Anisótropo uniáxico con signo positivo; $n_o = 1{,}544$, $n_e = 1{,}553$. Un carácter muy notable del cuarzo es el de polarizar la luz rotatoriamente, desviando el plano de polarización hacia la derecha (*cuarzo dextrogiro*) o hacia la izquierda (*cuarzo levogiro*). Al conoscopio no muestra figura de interferencia uniáxica, so pena de emplear láminas cuyo espesor sea, por lo menos, de dos milímetros; debido al poder rotatorio, la extinción de la placa, entre las turmalinas o entre los nicoles cruzados, no se verifica si no se usa luz monocromática, y a la par se imprime una pequeña rotación al polarizador.

Fig. 78

El cuarzo trapeciano desarrolla electricidad positiva en las zonas desprovistas de facetas trapecianas, y negativa en las provistas de ellas.

Visto el cuarzo al microscopio se nota gran cantidad de inclusiones líquidas de ácido carbónico líquido, agua, disoluciones acuosas de sal común y carburos de hidrógeno; inclusiones sólidas de rutilo, oligisto, cloritas, anfíboles, etcétera, e inclusiones gaseosas.

Es el mineral más infusible que se conoce, ocupando el número 7, último término de la escala de fusibilidad de Kobell; mezclado con carbonato sódico se funde, dando un vidrio claro; en el vidrio de la sal de fósforo produce el *esqueleto siliceo*. Insoluble en los ácidos, excepción del fluorhídrico, que le ataca formando fluoruro de silicio, cuerpo gaseoso que precipita silice gelatinosa en contacto del agua.

Muchas son las variedades que presenta el cuarzo, siendo las más notables las siguientes: *Cuarzo hialino* o *cristal de roca*, cristalizado e incoloro. *Falso topacio* o *topacio de Hinojosa* cristalizado, coloración amarillenta de mayor o menor intensidad, y cuyas tintas pueden variar por medio de la calcinación, resultando a veces muy hermosas. *Cuarzo ahumado*, comúnmente cristalizado e impregnado de materias carbonosas que le dan coloración negruzca. *Cuarzo amatista*, es una de las variedades más notables del cuarzo; presenta cristalización piramidal muy manifiesta, constituída por la combi-

nación del romboedro directo con el inverso; estos cristales están formados o por la mezcla de los dos cuarzos, en cuyo caso es inactivo, o por la superposición de láminas alternativamente dextrogiras y levogiras, y que mirados al conoscopio muestran las espirales de Airy; el color es violado con distintos tonos, debido, según unos, a compuestos manganésicos; pero lo cierto es que, cuando se somete el cuarzo amatista a la acción del calor, se descolora, por cuya razón se supone que la materia colorante es, a más del manganeso, una materia orgánica aún no determinada. En algunos ejemplares el color no está homogéneamente distribuído por la masa del mineral, existiendo láminas teñidas de violado, alternando con otras incoloras; en este caso, las láminas violadas más intensas poseen el carácter biáxico, que desaparece cuando el mineral se somete a una temperatura de 250°. *Cuarzo hematoideo* o *Jacintos de Compostela*, color rojo, debido a materias arcillosas. *Cuarzo rosado*, coloración rosada. *Cuarzo prasio*, color verde, debido a la actinota. *Cuarzo lácteo*, comúnmente masas informes lechosas. *Cuarzo venturina*, coloración amarilla o amarilla rojiza, debido a inclusiones de oligisto, mica, etc. *Ojo de gato*, es un cuarzo verdoso pardusco con inclusiones de amianto. *Falso zafiro*, azul debido a inclusiones de pequeños individuos de crocidolita. *Cuarzo fibroso, celular, pisolítico*, que ya el nombre indica la forma de estas variedades. *Piedra córnea*, cuarzo informe compacto, fractura concoidea, color amarillo o rojizo. *Piedra lidia o de toque*, cuarzo informe compacto, coloración negruzca, debido a materias carbonosas; esta variedad es usada por los orives para conocer el oro de ley, y cuyo procedimiento omitimos por demasiado vulgar. *Jaspe*, cuarzo opaco muy ferruginoso, de coloración roja o amarillenta, según esté teñido por el óxido o hidrato férrico.

El cuarzo es el mineral más abundante, encontrándose en toda clase de terrenos, desde el arcaico hasta el más reciente del cuaternario; forma parte esencial de gran cantidad de rocas (granito, pórfidos, etc.). El *cristal de roca* abunda en la provincia de Madrid, siendo muy famosos los cantos rodados de cuarzo hialino del terreno diluvial conocidos con el nombre de *diamantes de San Isidro*; abunda en la sierra de Guadarrama, Buitrago, Cercedilla, etc. En la provincia de Cáceres (Sierras de Gredos y Gata), en Asturias, Salamanca, Ciudad Real, etc. De *cuarzo violado* se encuentran hermosos ejemplares en Hungría, Sajonia y Brasil; en España se halla en ciertos puntos de las provincias de Cáceres (Gredos), Barcelona (Vich), Córdoba (Hinojosa), etc. El *cuarzo ahumado*

en Verlús (Asturias); el *falso topacio* en Hinojosa de Duero (Salamanca), etc; el *cuarzo rosado y lechoso* en Sierra de Gredos, Guadarrama, etc.; el *hematoideo* en Molina de Aragón (Guadalajara), Caldas de Priorio (Asturias); el *jaspe*, a más del de la Siberia y el Egipto, que es donde existen magníficos ejemplares, se encuentra en varios sitios de las provincias de Málaga, Madrid, Ciudad Real, Huelva, etc.

En la antigüedad tuvo el cuarzo alguna importancia medicinal; el cuarzo hematoideo sustituía al jacinto en la confección y otras preparaciones; reducido a polvo el cristal de roca se empleaba como galactóforo y dentífrico; no teniendo modernamente ninguno de estos usos. Hoy se emplea el cristal de roca para la fabricación de lentes, y las variedades coloreadas para imitar las piedras preciosas. Su mayor importancia es geológica, pues, como hemos dicho, se encuentra en toda clase de terrenos, y uniéndose a otros minerales constituye gran cantidad de rocas que, como el granito, ocupa enormes extensiones de terreno.

Al cuarzo se refieren los minerales fibrosos Cuarcina, Lutecita y Calcedonita, cuya composición química es SiO^2, y están diferenciadas estas especies según la dirección de las fibras.

CALCEDONIA.—La calcedonia, según muchos autores, presenta la misma composición química que el cuarzo (SiO^2), pero la agregación molecular debe ser distinta, puesto que se conduce de diferente manera con algunos reactivos químicos, existiendo también algunas diferencias con respecto a los caracteres ópticos. Sin embargo, algunos naturalistas no dan tanta importancia a esa diferencia y consideran a la calcedonia variedad del cuarzo; suponen algunos, con algún fundamento, que dicha especie es mezcla de hidrato silícico *(ópalo)* y anhídrido silícico cristalino *(cuarzo)*, porque sometida al calor desprende agua en proporción de 2 ó 3 por 100, así como también por ser fuertemente atacable por la lejía de potasa; estas dos razones no son de mucho valor, principalmente la última, puesto que *Rose* y *Rammelsberg* han demostrado que también el cuarzo cristalino, cuando está muy dividido, es atacado por la lejía de potasa.

Masas concrecionadas, de coloración variable y fractura astillosa o compacta. Dur. 7; pes. esp. 2,5 — 2,6. Estudiada al microscopio se descubre una parte fibrosa y otra informe, que rellena los intersticios que dejan entre sí las fibras; las fibras son normales a la superficie y muestran débil birrefringencia con signo negativo, según investigaciones de *Rosenbusch;* la materia informe es monorrefringente; n = 1,537 (r).

Muchas son las variedades que presenta la calcedonia, pudiéndose considerar entre ellas las siguientes:

Pedernal (silex piromaco).—Masas frágiles de fractura concoidea; trasluciente en los bordes; coloración cenicienta más o menos clara, a veces amarillenta y negruzca; fosforece por frotamiento y desprende olor algo bituminoso; se encuentra en las formaciones terciarias, principalmente en el cretácico, por cuya razón contiene restos de animales marinos de aquella época geológica (Foraminíferos, Diatomáceas, espículas de Esponjas, etc.). En España se encuentra en Vallecas, Montarco, Vicálvaro (Madrid), Arroyo de Granados, Baños de la Hedionda, Ardales (Málaga) y en muchos puntos del terciario de las provincias de Toledo, Valladolid, Guadalajara, Zamora, Cuenca, etc.

Ágatas.—Son variedades de calcedonia, constituídas por capas de distinta coloración, entre las que se encuentran otras de cuarzo (jaspe, amatista, etc.). Estas masas concrecionadas son muy compactas y susceptibles de adquirir hermosos pulimentos; a veces presentan dendritas de compuestos de manganeso o hierro, dándolas aspecto muy curioso, y son las llamadas por el dibujo *ágatas musgosas*. Las ágatas más hermosas son las del Uruguay, Brasil y Hungría.

Otras variedades de calcedonia se distinguen por el color: *Crisoprasa*, color verde manzana, debido al óxido de níquel; *Cornalina*, rojo sanguíneo o cárneo; *Sardónice*, color pardo o anaranjado; *Plasma*, verde prado; *Heliotropo*, verdoso con manchas rojizas; *Onice*, coloración dispuesta por zonas, generalmente blancas y negruzcas, a veces algo azuladas.

La calcedonia se encuentra en Hungría, Cornouailles, Escocia, etc. En España se halla en el Cerro de Almodóvar y algunos otros sitios de la provincia de Madrid, así como también en otros de las de Guadalajara, Teruel, etc.

La calcedonia tuvo en la antigüedad mucha importancia medicinal; el *pedernal* se usó para la preparación del licor de pedernales empleado como astringente y litontríptico; la *cornalina*, debido al color rojo que presenta, se empleaba para combatir las hemorragias y era uno de los *cinco fragmentos de piedras preciosas* de tanta celebridad en la antigüedad; la *ónice* se usó en colirios para quitar las manchas blanquecinas de los ojos. Modernamente todas estas aplicaciones están en desuso, por no estar basadas en ningún principio racional. Las ágatas y demás calcedonias de hermosa coloración se emplean para fabricar objetos de ornamentación y debido a su dureza como punto de apoyo de la cuchilla en las balanzas de

precisión, así como también para resistir el roce en otros aparatos.

Tridimita.—SiO^2. Descubierta por G. v. Rath en las traquitas del monte San Cristóbal (Méjico). Al principio de ser descubierta creyósela exagonal, pero después se hicieron estudios detenidos de la especie, debidos principalmente a Schuster y Lasaulx, que determinaron la forma Triclínica con forma límite rómbica. Según Mallard, la tridimita es rómbica y está constituída por muchos individuos, por cuya razón hay que considerarla mimética. Comúnmente en pequeñas escamas incoloras o blanquecinas, con brillo vítreo, a veces nacarado. Dur. 7; peso específico 2,2 — 2,3. Vista al microscopio aparece en diminutas escamas, que guardan una disposición empizarrada parecida al tegumento escamoso de los peces. Birrefringente biáxica con signo positivo.

Infusible al soplete; fusible cuando se mezcla con carbonato sódico, produciendo una perla clara; fuertemente atacable por la lejía de potasa si actúa en caliente; inatacable por los ácidos, sólo por el fluorhídrico. El origen de la tridimita es asunto resuelto y bien conocido: es mineral procedente de la calcinación de la sílice. Lo demuestra el hecho de encontrarse constantemente en rocas volcánicas, así también el que la sílice por calcinación se transforma en tridimita.

Monte de San Cristóbal (Méjico), Drachenfels, etc. En España se halla en la andesita de Cabo de Gata (Almería).

Asmanita.—SiO^2. Fué encontrada por M. Maskelyne en un hierro meteórico de Rittersgrün. Rómbico. Dur. 5,5; pes. esp. 2,24.

Cristobalita.— SiO^2. Mallard la supone Tetragonal, con forma límite regular; aparece en octaedros bien determinados; pes. esp. 2,34. Monte de San Cristóbal.

BROOQUITA.—*Arcansita. Jurinita.* TiO^2. Rómbico. Cristales tabulares constituídos por 100, 110, 001; en la variedad *arcansita* los cristales son piramidales, formados por 121 y 110. Exfoliación según 010. Color pardo rojizo; brillo metálico; raya gris cenicienta. Dur. 6; peso específico 4,08 — 4,13. Birrefringente uniáxica positiva; bisectriz aguda normal al 100.

Es muy notable que las láminas talladas en dirección al macropinacoide 100 muestran en el conoscopio, con luz blanca convergente, cuatro sistemas de ramas de hipérbolas, mientras que, empleando luz monocromática, da la figura normal y característica de los cristales biáxicos.

Los caracteres químicos son iguales a los del rutilo y ana-

tasa. Se halla en diferentes puntos de Suiza y en los Montes Urales. En España se halla en Somosierra (Madrid).

Como se ve por la simple comparación de las fórmulas químicas del *rutilo*, *anatasa* y *brookita*, el anhídrido titánico es un ejemplo muy notable de trimorfismo.

Rutilo

Sagenita.—Crispita.—Anhídrido titánico. TiO^2, o TiO^4Ti. Tetragonal. 111 : 111 = 95°,20′. Cristales formados por 110, 100, 101 y 111, a cuya combinación suele agregarse 001. Frecuentes las maclas: la más común es la llamada *codo de rutilo*, en la que los individuos se reúnen (fig. 79) según una cara deutopiramidal 101, formando los ejes cuaternarios ángulo de 114°,26′. Otra macla muy curiosa es la polisintética, según cara deutopiramidal 301, tomando el conjunto forma de punta de lanza. Exfoliación fácil según 110; menos fácil según 100, e indicios en la dirección 111.

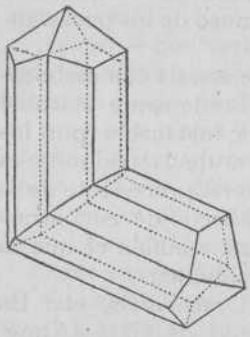


Fig. 79

Los cristales pueden estar muy desarrollados, en cuyo caso se observa con frecuencia en sus terminaciones multitud de cristalitos agrupados en forma de drusa; hay otros casos en que los cristales se alargan, tomando aspecto capilar, como es ejemplo la *sagenita*, que agrupándose muchos individuos constituyen un todo reticulado muy característico.

Fractura concoidea o desigual, color pardo rojizo o amarillento; lustre adamantino algo metálico. Dur. 6; pes esp. 4,2 — 4,3. Birrefringente uniáxico con signo positivo; los índices no son constantes, ni para el rayo ordinario, ni para el extraordinario.

Infusible al soplete; al vidrio de la sal de fósforo produce, en llama de reducción y en caliente, coloración amarilla y amatista en frío. Mezclado con bisulfato potásico se funde al dardo del soplete, y si a este producto de la fusión se agrega ácido nítrico diluído y un poco de estaño, da un líquido de coloración azul violada. Los ácidos no le atacan sino después de haber sido fundido con el bisulfato potásico o con carbonato alcalino.

Se encuentra en los terrenos cristalinos, en el granito,

gneis y en el interior del cuarzo en cristales alargados y capilares, constituyendo lo que vulgarmente recibe el nombre de *cabello de Venus*. Brasil, Hungría, Francia, etc. En España se encuentra en Horcajuelo, Buitrago (Madrid). Citada por los señores Macpherson y Calderón en varias localidades de Andalucía (Llanos de Juanar, Sierra de Peñaflor, Cerro del Hornillo).

La importancia del rutilo es industrial, destinándolo para la pintura en los objetos de porcelana, a la que da color amarillento.

Anatasa.—$Ti\,O^2$ o $Ti\,O^4$ Ti. Tetragonal. 111 : 111 = = 43°24′. La anatasa, generalmente, afecta estas tres formas: 111 y 001; 111, 115; 117, 113, 110, 101 y 100 Las dos primeras combinaciones producen cristales piramidales alargados, y la última, que no es tan frecuente, constituye cristales tabulares. Exfoliación según 001 y 111. Color pardo azulado o rojizo y a veces rojo de jacinto; frágil, trasluciente y brillo adamantino con ligero viso metálico. Dur. 5 — 6; pes. esp. 3,8 — 3,9. Birrefringente uniáxica con signo negativo, habiendo ejemplares que al conoscopio producen figura de interferencia biáxica, que debe considerarse anomalía óptica; los índices son variables, como en la especie anteriormente estudiada.

Los caracteres químicos son análogos a los de la especie anterior, con la que tiene grandes analogías, tanto que algunos mineralogistas la consideran variedad del rutilo.

Se encuentra en las rocas silicatadas, principalmente en la cuarcita. Brasil, San Gotardo, etc., y probablemente en España.

Zircón.—*Zirconita.*—*Jacinto.*—Anhídrido zircónico silícico. $Zr\,O^2$, $Si\,O^2 = Zr\,Si\,O^4$.

Tetragonal. Exfoliación imperfecta según la pirámide 111 y 110. Fractura concoidea; brillo vítreo adamantino; color gris (*zirconita*) o rojo vinoso (*jacinto*); raya blanca. Dur. 7,5; pes. esp. 4 — 4,7, fosforescente por el calor. Birrefringente uniáxico.

Mallard supone que los cristales de zircón corresponden al sistema monoclínico; se funda en que mirados al conoscopio muchos ejemplares de la especie en cuestión, se muestran claramente biáxicos con las dos ramas de hipérbolas de la figura de interferencia perfectamente visibles y diferenciadas; la simetría tetragonal que presentan los cristales es debida, según Mallard, a especial agrupación molecular cristalina que le hace adoptar esa forma que no le corresponde.

Infusible al soplete, cambiando de color después de ha-

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

ber actuado durante algún tiempo la llama; según Spezia, este cambio de color es debido al hierro que contiene, que es el que da color al mineral. Resiste mucho la acción de los ácidos; el $SO^4 H^2$ le ataca con mucha lentitud y sólo actuando en caliente.

Yace en terrenos antiguos sobre el granito y rocas volcánicas; se presenta en la *sienita* y diseminado en las arenas resultantes de la descomposición del granito. Noruega, Montes Urales, Ceilán, Bohemia.

En España está citado como no raro en el Cerro de San Blas, en los alrededores de Cáceres, Molina de Aragón y Sigüenza (Guadalajara), Sierra Morena, Sierra Nevada; en la vertiente NO. del Monte Pedroso, de Santiago de Compostela (Coruña).

El jacinto jozó de gran fama en la antigüedad, habiéndose usado por suponerle de acción cordial, como fortificante del corazón y astringente; era de las principales substancias de la *confección de jacintos* y formaba parte de los fragmentos de piedras preciosas. Los ejemplares limpios se usan en joyería, siendo piedra fina de escaso valor.

Casiterita

Anhídrido estánnico. SnO^2 o SnO^4Sn.

Tetragonal. Cristales diversos siempre prismáticos con apuntamiento piramidal 110, 101; 100, 110, 111.

Es característica la macla llamada *pico de estaño* (fig. 80), según 101, en la que los ejes cuaternarios de los individuos maclados forman ángulo de 67°,50′. Exfoliación imperfecta según 110 y 100. Masas compactas o concrecionadas con fractura concoidea o desigual; color pardo o amarillento obscuro; brillo craso o adamantino; agria, opaca o semitransparente. Birrefringente uniáxica con signo positivo.

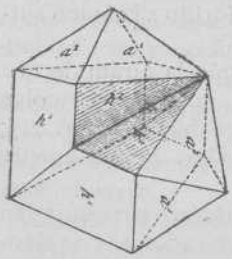


Fig. 80

Infusible; al calor decrepita; convertida en polvo y mezclada con carbonato sódico, llega a reducirse, dejando pajitas de estaño y forma aureola blanca; ensayada la aureola con nitrato de cobalto, produce coloración verde azulada. Inatacable por los ácidos.

Yace formando bolsones, vetas, o más general en afloramientos sobre el granito arcaico. Cornouailles, Sajonia, Aus-

tralia, etc. En España se halla en Monterrey y otros puntos de Galicia; San Pedro de Rosado (Salamanca), Carvajosa, Villadepera (Zamora), Cartagena (Murcia), Hoyo de Manzanares (Madrid), Linares (Jaén), Cáceres, etc.

Mineral de gran importancia por ser el destinado a la extracción del estaño.

Pirolusita

Manganesa.—Bióxido de manganeso MnO^2.

Rómbico. Cristales cortos, prismáticos, formados por 110, 100 y 001. Las caras 110 están, por lo general, estriadas longitudinalmente. Exfoliación según 110 y 001.

Frecuentemente en agrupaciones fibrosas o bacilo-radiales; son también comunes masas compactas y terrosas, con fractura desigual. Color gris de acero o negro, lo mismo que la raya y polvo del mineral; brillo submetálico; deleznable, manchando de negro cuando se la restriega con la mano. Dur. 2; pes. esp. 4,7 — 5.

Infusible al soplete; con el dardo y sobre el carbón desprende oxígeno, transformándose en óxido mangánico; pero si sigue actuando el calor hasta el rojo vivo, se transforma en óxido manganoso-mangánico, según expresan las reacciones siguientes: $2\ MnO^2 = Mn^2O^3 + O$; $3\ MnO^2 = Mn^3O^4 + O^2$. Al vidrio de bórax, y empleando poca cantidad de ensayo, le da color amatista característico del manganeso. Atacable por los ácidos, el clorhídrico la disuelve con desprendimiento de cloro, siendo éste un buen carácter.

La pirolusita abunda mucho, y es mineral procedente de la descomposición de otros de manganeso, principalmente de la acerdesa; yace entre las pizarras silúricas, así como también en los terreno triásico y jurásico. Turingia, Westfalia, Hungría, etc. En España se encuentra en gran cantidad en Huelva, en los confines de Portugal, en Cerro del Hierro (Sevilla), Marbella (Málaga), Sierra Santi Espíritu y Cartagena (Murcia), Hospital del Obispo (Cáceres), Torrecilla (Teruel), Covadonga y Cangas de Onís (Asturias), etc.

La pirolusita del comercio está bastante impurificada y no puede, o no debe, emplearse en los laboratorios sino después de haber sido purificada parcialmente, ya que la purificación total es dispendiosa. Lo primero que debe hacer el farmacéutico, después de identificarla, es reconocer las substnciasa que la impurifican, que suelen ser principalmente *arcilla, arena, baritina, yeso, caliza, cuarzo, carbón*, etc.; impuridades

que naturalmente presenta, y otras que fueron agregadas en el comercio como substancias fraudulentas. Todas estas substancias se investigan siguiendo el procedimiento general de análisis; mediante el ensayo con el ácido clorhídrico ya se puede apreciar aproximadamente la cantidad y naturaleza de las substancias que la impurifican; en el ácido clorhídrico debe disolverse dejando poco residuo y desprendiendo abundante cantidad de cloro. La manganesa se valora empleando cualquiera de los procedimientos indicados en las obras especiales, siendo el generalmente seguido el volumétrico, que consiste en disolver un gramo de hierro en ácido clorhídrico de 16° Bomé, agregando a la solución ferrosa 0,6 gr. de pirolusita que tratamos de valorar; hecha la solución clorhídrica, se diluye en agua destilada, y colocada en un vaso de precipitado se va agregando poco a poco solución normal de bicromato potásico, hasta que una gota de la mezcla no dé coloración azul con el ferricianuro potásico; llegado este caso, se ve la cantidad de centímetros cúbicos gastados de la solución de bicromato y se deduce la del hierro al estado de cloruro, teniendo en cuenta que un centímetro cúbico equivale a 0,0167 de dicho metal; no hay más que restar de un gramo, que es el que hemos empleado en la valuación, la cantidad de hierro al estado de cloruro ferroso, y la diferencia será el hierro del cloruro ferroso, que pasó a férrico debido a la pirolusita. La manganesa ha de contener, por lo menos, 66 por 100 de bióxido de manganeso; si no los contiene, debe purificarse, lo que se hace poniéndola en digestión con ácido clorhídrico diluído y después con el ácido nítrico por espacio de dos horas; de esta manera, se separan la mayor parte de las substancias que la impurifican.

Se emplea en la obtención del cloro, oxígeno, permanganato potásico, etc. En la industria para limpiar (*jabón de vidrieros*) y dar colores a los vidrios.

Corindón

Corundo, zafiro.—Oxido alumínico. Al^2O^3.

Exagonal romboédrico. Muchas son las formas del corindón. Estructura laminar o granosa, fractura desigual o concoidea; color variable blanquecino, verde, azul, violeta, amarillento y gris pardusco; lustre vítreo más o menos intenso, a veces opalino; trasluciente, transparente y opaco. Dur. 9; pes. esp. 3,9 — 4,3. Anisótropo uniáxico con signo negativo; existen ejemplares que al conoscopio se muestran biáxicos,

siendo en este caso el ángulo de los ejes ópticos variable, pues en ocasiones presenta indicio de valor angular y otras llegan hasta los 58°; por esta y otras razones el cristalógrafo Mallard supone con fundamento que el corindón es mimético y está constituído por la reunión de muchos individuos monoclínicos.

Visto al microscopio presenta gran cantidad de inclusiones, en las que se ha reconocido el ácido carbónico líquido.

Es infusible al soplete; si después de fuertemente calcinado se ensaya con el nitrato de cobalto, produce coloración azul característica; inatacable por los ácidos, y sólo atacable después de haber sido fundido con el bisulfato potásico.

Las variedades de corindón son las siguientes: *amatista oriental*, color violeta; *rubí oriental*, rojo; *esmeralda oriental*, verde; *topacio oriental*, amarillo melado; *zafiro*, azul; *telesia*, incoloro; *espato adamantino*, opaco o turbio y de color sucio; *esmeril*, substancia compleja, constituída principalmente por la mezcla de corindón granular fino, magnetita y oligisto. De las variedades indicadas merece especial mención el *zafiro*, por ser la que principalmente ofrece el fenómeno del asterismo, o sea el de presentar una estrella, que en este caso particular es de seis radios, bastante brillante cuando se le mira a través de una luz muy viva.

El yacimiento es distinto según las variedades, pero siempre en terrenos antiguos, en el granito, basalto, dolomitas, asociado a la mica y feldespatos. Ceilán, China, Montes Urales, etc. En España se halla en Ronda y Marbella (Andalucía), entre las arenas del río Sil (Galicia).

Las variedades limpias se usan en joyería como piedra de mucho valor, llegando a tener algunas casi igual precio que el diamante; el esmeril se usa para pulimentar los metales, para desgastar y reducir a láminas las rocas y minerales que se han de inspeccionar al microscopio; el corindón incoloro y diáfano se empleó en la construcción de lentes de microscopios y otros aparatos de óptica. El *zafiro* tuvo mucha importancia medicinal en los tiempos antiguos; constituía uno de los *cinco fragmentos de piedras preciosas;* era de las substancias que formaban la célebre *confección de jacintos*, y por fin se usaba en colirios y como antihemorrágico, cordial y alexitérico; actualmente no tiene en tal concepto uso alguno.

Oligisto

Hematites roja.—Hierro brillante.—Hierro rojo.—Oxido férrico. Fe^2O^3. Es muy común que contenga pequeñas porciones de TiO^2.

Exagonal romboédrico. Hay cristales tabulares constituídos por el romboedro, el deutoprisma y la base. Maclas frecuentes. Exfoliación según la base 0001 y el romboedro, aunque no todos los mineralogistas están conformes en admitir estos cruceros; Tschermak supone que no existe verdadera exfoliación en el oligisto.

Masas informes de estructura granosa, fibrosa, hojosa, compacta, concrecionada y terrosa; fractura desigual o concoidea; color pardo rojizo, rojo de guinda, gris de acero, a veces bastante obscuro; raya como el color del mineral, casi siempre con tono rojizo más o menos pronunciado; brillo metálico y a veces con irisaciones muy hermosas, como ocurre en los ejemplares cristalizados de la isla de Elba y con algunos concrecionados. Dur. 5,5—6,5; pes. esp. 4,8—5,3.

Al dardo del soplete no se funde, se hace más obscuro y adquiere propiedades magnéticas; al rojo blanco se convierte en óxido ferroso férrico; al vidrio de bórax produce en llama de oxidación y en caliente, coloración roja intensa (si no se opera con poca cantidad, en cuyo caso resulta amarilla), y en frío, amarillenta; en llama de reducción, color verde botella. Atacable con lentitud por los ácidos.

Las variedades más notables que se conocen de esta especie son las siguientes: *hierro especular*, agregados laminares y brillantes; *hierro micáceo*, agregados escamosos que a la más ligera presión se desunen y separan pequeñitas escamas brillantes; *hematites fibrosa* (*hematites roja*), masas fibrosas con brillo metálico poco manifiesto; *hematites compacta* (*hematites roja*), masas compactas de color rojo sin brillo metálico; *ocre rojo*, masas terrosas, rojo-amarillentas, por estar casi siempre mezcladas con materiales arcillosos.

Yace en terrenos antiguos, entre las pizarras cristalinas, gneis, cuarzo, etc.; llega hasta ser un mineral de actual formación en los volcanes, pudiendo considerarse el oligisto substancia mineral que corresponde a todas las edades. En las calizas y rocas talcosas de la isla de Elba, en las pizarras antiguas de Westfalia, en Sajonia, entre las lavas del Etna, etcétera, etc. En España se encuentra en Linares (Jaén), Jumilla (Murcia), Bilbao, Sierra Morena, en las provincias de Huesca, Teruel, Salamanca, Valencia y en Asturias y Nava-

rra. De todos estos puntos el más notable es Bilbao y otros de Vizcaya, donde es objeto de poderosa industria para la extracción del hierro, principal importancia de la especie mineral estudiada. Son también muy poderosos los yacimientos de Incio (Galicia). El *ocre rojo* lo destinan a la pintura; la *hematites fibrosa* para la pulimentación de los metales, y las demás variedades son las destinadas a beneficiar el hierro.

Ilmenita. — *Washingtonita.* — *Hierro titanado.* — Oxido férrico titánico. (Fe Ti)^{2}O^3; según otros, Fe O, TiO^2. Por tal razón, y teniendo presente la serie de oligistos titanados, que muchos de ellos entran ya en el tipo de la ilmenita, la composición química de ésta debe formularse por esta expresión general: nTiO^2 + Fe^{2}O^3; de la proporción de Ti O^2 y forma del mineral resultan las variedades *Menaccanita, Crictonita, Iserina, Kibdelofana* y *Picrotaenita*, que algunos estudian suponiéndolas especies distintas.

Exagonal romboédrico. Los cristales son parecidos a los de oligisto; es muy característico que algunas formas, por ejemplo, el escalenoedro, muestran sólo la mitad de caras desarrolladas, dando carácter tetartoédrico a estos cristales. Exfoliación imperfecta según caras del romboedro. Masas fibrosas o granudas de color pardusco, negro; brillo metálico con distintos grados de intensidad. Dur. 5 — 6, pes. esp. 4,6 — 4,7. Intusible al soplete; al vidrio de la sal de fósforo le comunica color rojo sucio; pero si se agrega un poco de cinc en polvo, entonces aparece la coloración violeta del titano. Difícilmente atacable por los ácidos; el clorhídrico y el sulfúrico, lo mismo que el agua regia, si actúan concentrados y auxiliados por el calor, llegan a descomponerla, dejando un residuo de ácido titánico.

Yace en el granito, basalto, diabasas, etc., en los terrenos graníticos en general. Sajonia, Tirol, etc. En España se halla en Horcajuelo (Avila), Peñaflor (Sevilla), Serranía de Ronda, Sierra Nevada y Pirineos.

Martita.—Oxido férrico. Fe^{2}O^3. Regular. Casi siempre en 111 bien determinados. Se considera por muchos mineralogistas mineral de interés por acusar el dimorfismo del Fe^{2}O^3; pero otros autores suponen es un caso de pseudomorfismo en que la *magnetita* se transforma en *oligisto*, conservando la forma octaédrica que aquélla tiene.

Color rojo obscuro, brillo metálico. Dur. 6—7; pes. esp., 4,8—5,2. Caracteres químicos como el oligisto.

Auvergne, Brasil, etc.

Masicot.—PbO. Mineral dimorfo, tetragonal y rómbico. Masas terrosas, compactas o en escamas amarillas o amari-

llo-rojizas (*Litargirio*). Dur. 2; pes. esp., 8—8,6; el puro, 9,20—9,30. Fusible y volátil; soluble en la lejía de potasa y en el NO^3H; en la disolución nítrica se reconoce el plomo por los reactivos especiales.

Yace en las cercanías de los volcanes de Méjico; asociado a la galena y en ciertos filones auríferos de los Alpes. Mina *Dos Namorados-Mertola* (Portugal). En España en Cieza, Cartagena (Murcia), mina *Pepita* Motril (Granada).

Cuprita.—*Ziguelina.— Calcotriquita.—Cobre rojo.*—Oxido cuproso. Cu^2O.

Regular. Frecuente la forma octaédrica 111 en combinación con el 100. En esta combinación pueden aparecer las caras del octaedro más desarrolladas que las del exaedro, o viceversa; hay cristales en los que se encuentran el rombododecaedro 110, y rara vez el tetraquisexaedro 221 y el icositetraedro 211. Es muy curioso en este mineral que en ocasiones sus cristales muestran caras correspondientes a una forma hemiédrica giroédrica procedente del 321, por desarrollo alterno de sus elementos, dando por resultado la formación de dos icositetraedros pentagonales enantiomorfos. Exfoliación perfecta según 111.

Con frecuencia en masas compactas, granosas o mezclada con hidrato férrico, constituyendo lo que vulgarmente se llama *cobre rojo de teja*; color rojo de cochinilla, raya y polvo del mineral rojo pardusco; brillo adamantino algo metálico. Dur. 3,5—4; pes. esp., 5,7—6. Hay una variedad en hermosas fibras rojas, de brillo sedoso, que recibe el nombre de *calcotriquita*, y, según Kenngott, corresponde al sistema rómbico; pero Fischer, Zirkel y otros lo niegan, por ser las fibras monorrefringentes.

Al dardo del soplete llega a fundirse, dejando un glóbulo de cobre; tiñe la llama de verde, pero si se agrega al ensayo una gota de ClH, la llama toma color azul cerúleo. Al vidrio de bórax produce en caliente y en llama de oxidación color verde algo amarillento y azul en frío; en llama de reducción color rojizo de cobre reducido. Soluble en los ácidos, que con el amoníaco da precipitado verde soluble en más reactivo tomando el líquido color azul.

Yace asociado a otros minerales de cobre, principalmente a la *calcopirita* y *malaquita*. Montes Urales, de donde proceden hermosos ejemplares fibrosos de color rojo vivo (*calcotriquita*). Australia, Francia, etc. En España en los filones de la mina *Cruz* de Linares (Jaén), Tharsis, Ríotinto, Sotiel Coronada (Huelva), El Pedroso, Peñaflor (Sevilla), Sierra Alhamilla (Almería), mina *Profunda*, en Villamanín (León),

Orbaiceta (Navarra), Maurrás (Lérida), Biel (Zaragoza), etc.

La principal importancia de la cuprita es para la extracción del cobre, siendo en este concepto de muy buenas condiciones. Usada para pintar la carena de los barcos

B.—Hidróxidos

Ópalo

Hidrato silícico de composición química variable; puede considerarse ácido ortosilícico condensado con pérdida de moléculas de H^2O; $n(SiO^4H^4) — mH^2O$. Otros autores lo consideran mezcla de sílice hidratada y amorfa.

Mineral considerado antes como tipo de substancia amorfa. Masas concrecionadas, en petrificaciones leñosas o pseudomórficas, fractura concoidea o desigual, incoloro o coloreado, trasluciente u opaco y brillo vítreo, a veces craso. Dur. 5 — 6; pes. esp. 1,9 — 2,3. Indice de refracción variable, oscilando entre $n = 1{,}406$ y $n = 1{,}455$. En los demás caracteres ópticos es también muy variable; el *ópalo común* no ejerce acción sobre la luz polarizada; el *ópalo noble* se conduce como substancia débilmente anisótropa, con signo negativo, y la *hialita*, que es otra variedad de ópalo, posee birrefringencia muy fuerte.

Al calor, en tubo de ensayo, desprende agua; al dardo del soplete es infusible, pero decrepita. Fuertemente atacable por la lejía de potasa cuando actúa auxiliada por el calor.

Yace en los terrenos volcánicos y porfíricos, rellenando unas veces las cavidades de las rocas o siendo elemento secundario de otras.

Las variedades más notables del ópalo son las siguientes: *Hialita;* masas concrecionadas racimosas y arriñonadas, transparentes, brillo vítreo y fuertemente birrefringente; contiene un 3 por 100 de agua; Waltsch (Bohemia), Isla de Luzón y Tenerife. *Cachalonga;* masas concrecionadas o en costras, de coloración blanquecina o amarillenta y completamente opaca; contiene un 3,5 de agua; en Islandia. *Geiserita;* masas concrecionadas, costras reniformes o en incrustaciones, coloración grisácea blanquecina, a veces amarillenta y rojiza; contiene de 3 a 10 por 100 de agua; esta variedad de ópalo se deposita en los geiseres y fuentes termales. América del Norte, Islandia, Nueva Celanda, etc. *Ópalo noble;* masas de color blanco azulado o amarillento, trasluciente y con juegos de colores muy notables que le hacen de bastante valor en la joyería; debido a las resquebrajaduras o grietas que atravie-

san la masa del mineral, está dotado de birrefringencia débil, biáxica y con signo negativo. Se encuentra en Méjico y Hungría. *Ópalo de fuego;* coloración uniforme rojo de jacinto y reflejos amarillos. Méjico. *Girasol;* azul o amarillo de oro con irisaciones muy intensas. Canarias. *Ópalo común;* arriñonado, estalactítico o pseudomórfico; coloración muy variable, gris, rojiza, azulada, amarillenta y blanquecina. Hungría, Bohemia, etc. En España en Sierra de Gata, Vallecas (Madrid), etcétera. *Resinita;* masas de aspecto resinoso y coloración amarillenta o rojiza. Esta variedad se encuentra en el cerro de Almodóvar (Madrid). *Semiópalo;* granoso, opaco y brillo resinoso. Cerro de Almodóvar (Madrid). *Ópalo leñoso;* es el ópalo que por epigenia sustituyó la materia orgánica de los troncos u otras partes vegetales, y por lo tanto conserva la estructura fibrosa del vegetal. Islas Filipinas, Egipto, etc., y en Cazalla de la Sierra (Sevilla). *Hidrófano;* no es más que el ópalo común que perdió gran parte del agua, y que puesto en contacto con este líquido se hace trasluciente, mostrando entonces brillo y reflejos coloreados; presenta el carácter de apegamiento a la lengua. Hungría. *Melilita;* masas concrecionadas poco lustrosas y color pardo hepático. Se encuentra en las margas de Menilmontaut, próximo a París. Contiene en mezcla cantidad variable de substancia magnésica. *Silex néctico;* masas muy porosas, y tan ligeras que flotan en el agua. Como variedades del ópalo suelen indicarse el *trípoli, harina fósil* y *piedra de pulir:* Estas tres variedades reconocen el mismo origen, y no son más que caparazones de algas pardas correspondientes a distintos géneros de la familia Diatomáceas, que uniéndose en enorme cantidad, pues son especies microscópicas, llegan a constituir grandes yacimientos, siendo ejemplo el de Morón (Sevilla), Hellín (Albacete).

El ópalo hoy no tiene importancia farmacéutica ni medicinal; en la antigüedad gozó de gran fama, empleándose como alexifármaco, al que dieron el nombre de *Panacea lapidea.* El ópalo fino y de hermosos colores se emplea en joyería; el trípoli y demás análogos para pulir metales, en la fabricación de cemento y para mezclarlo con la nitroglicerina, constituyendo la dinamita.

Sasolina

Sal sedativa de Homberg.—Acido bórico. BoO^3H^3 (Bo^2O^3, 56,45; H^2O, 43,55).

Triclínico.—Cristales escamosos de apariencia exagonal, en los que prepondera el 001; la apariencia exagonal es debi-

do a que las dos caras del braquipinacoide adquieren igual desarrollo que las cuatro del prisma; a éste se agrega 011, 111, $\bar{1}11$ y otros, resultando una forma complicada. Maclas según el braquipinacoide 010; exfoliación perfecta en la dirección de la base 001.

Las escamitas de ácido bórico aparecen por lo general agrupadas, constituyendo masas informes cristalinas o estalactíticas; suaves al tacto, blanquecinas, flexibles y con lustre nacarado muy manifiesto. Dur. 1; pes. esp. 1,4 — 1,5. Algo soluble en el agua, más en la caliente que en la fría; a 20° se disuelve en 25 partes de agua, mientras que a 100° lo hace en 3,3; muy soluble en el alcohol, insoluble en el éter etílico. Al calor se hincha y descompone con desprendimiento de H^2O. Si la temperatura llega a 100° se convierte en *ácido metabórico*, $BoO^3H^3 = BoO^2H + H^2O$; continuando el calor a los 160°, desprende más agua y se forma *ácido pirobórico*, $4BoO^2H = Bo^4O^7H^2 + H^2O$; si el calor sigue actuando llega a perder toda el agua y se transforma en masa pastosa en caliente, frágil en frío, que es el *anhídrido bórico*, según expresa la reacción siguiente: $Bo^4O^7H^2 = 2Bo^2O^3 + H^2O$. El ácido bórico pardea el papel de cúrcuma y comunica a la llama del mechero de Bunsen color verde pálido; este último carácter se hace más patente cuando está disuelto en el alcohol etílico, porque se forma el *éter etilbórico*.

Yace en los cráteres de algunos volcanes, como en el de Vulcano (isla de Lipari), donde M. Lucas y el señor Vilanova hallaron hermosos ejemplares de ácido bórico cristalizado; en estos mismos sitios se encuentra formando costras de variable espesor mezclado con el azufre, por lo que el ácido bórico de esta procedencia suele tener color blanco amarillento. Otro yacimiento de la especie mineral que estudiamos, es disuelto en las aguas de algunos lagos de Asia y en los lagonis de Toscana, el que procede, según H. Deville y otros, de la descomposición del *nitruro de boro*, que en gran cantidad existe en el seno de la tierra; el nitruro de boro, en contacto con el agua, se descompone en ácido bórico y amoníaco. $NBo + 3H^2O = BoO^3H^3 + NH^3$; el agua, en estado de vapor, arrastra hacia la superficie del terreno, a más de ácido sulfhídrico y otros cuerpos, ácido bórico, que se condensa en contacto del agua fría de las lagunas.

El ácido bórico que se destina a los usos farmacéuticos ha de ser puro y estar bien cristalizado; el procedente del comercio, sobre todo el refinado en las fábricas, suele reunir estas condiciones. El farmacéutico, después de ver el aspecto del ácido bórico, que debe ser limpio, en escamas grandes, o-

al menos bien determinadas, y con brillo nacarado muy manifiesto, ha de hacer el siguiente examen químico: 1.°, disuelto en el alcohol ha de dar a la llama color verde pálido *(identificación del ácido bórico)*; 2.°, al calor, en lámina de platino, desprenderá agua, quedando convertido en masa vítrea; 3.°, la solución acuosa acidulada con ácido nítrico no ha de precipitar con el nitrato argéntico *(ausencia de cloruros)*, ni con el cloruro bárico, o cuando más pequeña nebulosidad *(ausencia de sulfatos,* o si existen en cantidad tolerable); con el sulfocianuro potásico no ha de tomar coloración rojiza *(ausencia de sales férricas)*, ni ha de precipitar, previamente acidulada con ácido clorhídrico, con la corriente de ácido sulfhídrico *(ausencia de compuestos metálicos del primero y segundo grupo)*. El ácido bórico que reúna estas circunstancias es el que el farmacéutico debe destinar a los usos medicinales.

Muchas son las aplicaciones del ácido bórico; se emplea en la preparación de ciertos esmaltes, para impregnar (sus disoluciones acuosas con algo de ácido sulfúrico) las torcidas de las bujías esteáricas, etc., etc. En farmacia para la preparación del bórax, telas y algodones antisépticos, gliceroboratos, tartoboratos y otros preparados que se destinan en medicina como antisépticos, anodinos, sedantes y astringentes. Una de las preparaciones más usadas es el agua boricada al 4 por 100.

Hidrargilita.—$Al(OH)^3$ o $Al^2(OH)^6$.

Monoclínico. RA = 1,7089 : 1 : 1,9184 : 110 : $\bar{1}10$ = = 60°,50′ (Brögger). Cristales tabulares de contorno exagonal, formados por 001, 100 y 110. Macla según 001 (4.ª ley de Tschermak). Exfoliación fácil según 001. Color blanco, azulado o verdoso rojizo; brillo vítreo sobre 110 y 100, nacarado en las caras 001; con el aliento desprende olor a tierra mojada. Dureza, 2,5 — 3; pes. esp. 2,3 — 2,4. Biáxica positiva; n_g = 1,557; n_m = n = 1,534.

Al calor desprende agua, se exfolia, pero no se funde; con el nitrato cobaltoso, y al dardo del soplete, toma coloración azul característica de la alúmina. Fué dada a conocer por G. Rose; se encuentra en los Montes Urales, Brasil, etc. Frecuente en las rocas eruptivas alteradas.

Diaspora.—AlO(OH) o $Al^2O^4H^2$. (Al^2O^3, 85,12; H^2O, 14,82). Rómbico. RA = 0 937 : 1 : 0,603; 110 : $\bar{1}10$ = = 129°47′. Según Lapparent, RA = 0,468 : 1 : 0,302. Cristales tabulares por predominio de 010. Exfoliación perfecta según el braquipinacoide 010. Masas de estructura laminar, color gris de perla, a veces amarillento y pardusco; brillo naca-

rado. Dureza, 5,5 — 6; pes. esp. 3,3 — 3,4. Birrefringente biáxica con signo positivo; los colores de interferencia son muy limpios y brillantes; tricoito $2V = 84° - 85°$; $n_g = 1{,}750$; $n_m = 1{,}722$; $n_p = 1{,}702$. Infusible al soplete, inatacable por los ácidos; con el nitrato cobaltoso se conduce de igual manera la hidrargilita.

Yace en las pizarras metamórficas acompañando a la variedad de corindón llamada esmeril. Alpes, Hungría, etc. En España está citada por el señor Quiroga en Cardoso (Guadala ara), y en Buitrago (Madrid).

Manganita.—*Acerdesa.*—MnO(OH); $Mn^2O^4H^2$.

Rómbico. Cristales columnares por predominio de los prismas 110, 210, 120 y braquipinacoide 010, a los que suele agregarse domos y pirámides (fig. 81). Otra forma cristalizada de esta substancia es 110, 120, 210, 010, 001.

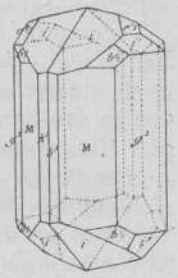


Fig. 81

Maclas frecuentes, en las que el plano de gemelismo es 011, cruzándose los individuos según ángulo de 122°,50'. Exfoliación perfecta en la dirección de 010; imperfecta según 001 y 110.

Agregados drúsicos bacilares o en masas granosas de color gris acerado o negro; raya parda, brillo submetálico poco intenso. Dureza 3,5 — 4; pes. esp. 4,3 — 4,4. Al dardo del soplete pierde agua, desprendiendo oxígeno; al vidrio de bórax produce coloración violeta. Atacable por el ClH, con desprendimiento de Cl.

Los yacimientos de la acerdesa son iguales a los de la pirolusita, a la que con frecuencia acompaña. Turingia, Suecia, etcétera. En España se encuentra en Losacio (Zamora), Camañas (Teruel), Sierra de Segura (Jaén), Calerizo de Cáceres. Los mismos usos que la pirolusita.

Goethita.—FeO(HO) o $Fe^2O^4H^2$.

Rómbico. Cristales tabulares por desarrollo de 010; rara vez piramidales. Exfoliación perfecta según 010.

Agregados fibrosos o fibrosos-escamosos de fractura fibrosa y color pardo rojizo o amarillento con lustre ligeramente adamantino y raya clara. Dur. 5; pes. esp. 3,8 — 4,2.

Sobre el carbón, y con el dardo del soplete, desprende agua y toma color rojo si se la dirige la llama de oxidación, adquiriendo color negruzco si se emplea la de reducción; no se funde, o si lo hace es con mucha dificultad; pero se descompone, dejando escoria negruzca que tiene acción sobre la aguja magnética. Soluble en ClH.

Las variedades más conocidas de goethita son las siguientes: *lebidocrocita*, estructura escamoso-fibrosa, y cuya superficie presenta aspecto arriñonado; *pirrosiderita*, nombre especial de los cristales tabulares por predominio del macropinacoide 010; *goethita acicular* o *hierro acicular*, agrupaciones de cristales aciculares; *goethita compacta*, masas compactas, a veces pseudomórficas.

La goethita acompaña a los minerales de hierro, a la limonita y oligisto principalmente. Sajonia, Hungría, etc.

Limonita

Hematites parda. — Hierro pardo.—Trihidrato férrico $Fe^2O^6H^6$. La limonita granosa $Fe^2O^5H^4$. La cantidad de Fe^2O^3 varía mucho, según los ejemplares, pues de 82 por 100 que tienen las limonitas fibrosas puras, descienden hasta el 15 por 100 en los ocres y variedades terrosas, en las que se une fuerte proporción de arcilla.

Amorfa. Masas fibrosas, compactas, concrecionadas y terrosas; a veces pseudomórfica de la pirita, oligisto, siderita, etcétera. Color pardo, rojizo o amarillento; raya y polvo del mineral amarillo ocráceo; brillo metaloide poco marcado. Dur. 5 —5,5; pes. esp. 36 — 4.

Al dardo del soplete desprende agua y toma coloración rojiza; al final se convierte en escoria negruzca de acción sobre la aguja magnética; con el vidrio de bórax, y en llama de oxidación, produce en caliente coloración roja de sangre, amarilla en frío y a la llama de reducción coloración verde. Atacable por el ácido clorhídrico, dando solución amarilla. Se disuelve fácilmente en el agua regia, en cuya disolución se revela el hierro por el color rojo de sangre arterial que produce con el sulfocianuro amónico.

Variedades: *Hematites parda* o *limonita fibrosa;* masas fibrosas concrecionadas o estalactíticas. *Limonita compacta;* masas compactas o a veces constituyendo pseudomórfosis, siendo ejemplo de ellas la limonita romboédrica procedente de la siderosa, la cúbica derivada de la pirita, etc., etc. *Limonita ocrácea* u *ocre amarillo;* masas terrosas de coloración amarilla o pardo-amarillenta; el ocre es deleznable, deshaciéndose con facilidad entre los dedos. *Limonita oolítica y pisolítica;* como su nombre indica, es la limonita constituída por el adosamiento de capas concéntricas que forman glóbulos con frecuencia huecos, y que según el tamaño sea, como garbanzos o perdigones, así se llaman *pisolitas* u *oolitas*. *Pie-*

dra del águila; son nódulos de limonita de diferente tamaño, huecos y que en su interior lleva uno o varios núcleos de materia arcillosa. *Hierro de los pantanos;* es una limonita esponjosa de coloración negruzca y brillo vítreo o resinoso, rica en substancias orgánicas y ácido fosfórico. Estas variedades de formación hídrica reconocen como origen la intervención de las siderobacterias.

Yace en toda clase de terrenos sedimentarios. En el extranjero se encuentra constituyendo depósitos, masas o filones de gran potencia, como ocurre en varios sitios de Alemania, Francia, Rusia, Italia, Bélgica, etc. En España se halla en todas las provincias, pero los criaderos más importantes son: Somorrostro (Bilbao), Mazarrón y Aguilas (Murcia), Pedroso (Sevilla), Sierra Cabrera (Almería), Incio (Galicia).

La limonita es de los minerales de hierro de mayor importancia industrial; es una de las primeras materias para la extracción del hierro, y cuando abunda, como ocurre en Somorrostro, llega a ser manantial potentísimo de riqueza. Los ocres se usan en pintura y como fundentes en los altos hornos. La variedad de limonita, *piedra del águila,* así llamada por el vulgo por creer que las águilas llevaban a sus nidos estas piedras con objeto de favorecer la postura de los huevos, tuvo gran fama como amuleto, y en este concepto las mujeres embarazadas las guardaban en sus bolsillos, suponiendo que de esta manera tendrían buen parto; aún se usa como amuleto en algunas regiones españolas.

Pirostibita. — *Quermesita.* — *Quermes.* — Oxisulfuro de antimonio $2Sb^2S^3 + Sb^2O^3$.

Monoclínico. En agujas de color rojo guinda. Dur. 1,5; pes. esp. 4,5 — 4,6. Fusible con desprendimiento de anhídrido antimonioso y formación de aureola blanca. Con el NO^3H deja precipitado blanco de anhídrido antimónico y forma esponja de S.

Hungría, Canadá, Portugal, etc. En España se halla en Cervantes (Lugo).

El quermes mineral, oficial, es un producto complejo constituído por sulfoantimoniato y antimonito sódicos ácidos, hidratados e insolubles, de gran uso medicinal como expectorante.

BIBLIOTECA DEL INSTITUTO PROVINCIAL SORIA

IV.—SALES HALOIDEAS

Combinaciones del cloro, bromuro, iodo y fluor con los metales. (Cloruros, Bromuros, Ioduros y Fluoruros.)

Sal gema

Sal común, sal marina, sal de cocina.—Cloruro sódico ClNa.

Regular. Cristales cúbicos bien determinados. Rara vez en combinaciones con otras formas holoédricas; no obstante, se conoce éste con las aristas y ángulos sólidos truncados, o sea la combinación de 100 con el rombododecaedro 110 y el octaedro 111; los cristales tienen a veces caras cóncavas en forma de tolva. Exfoliación muy perfecta según el octaedro 111. Sobre las caras de exfoliación se producen figuras de percusión, consistentes en dos líneas cruzadas en ángulo recto paralelas a caras 110.

Masas granudas, compactas, estalactíticas, etc., con canalículos originados por la acción de las aguas que dan a algunos ejemplares un aspecto muy curioso (*sal de Cardona*). Fractura concoidea; incolora o color azul, amarillo, rojizo, etc.; debido a substancias accidentales; lustre vítreo. Soluble en el agua; sabor salado típico; delicuescente. Dureza 2; pes. esp 2,1 — 2,2. Monorrefringente n = 1,544, siendo el mineral más diatermano que se conoce. En el examen microscópico de la sal se pone de manifiesto gran cantidad de inclusiones líquidas y gaseosas de formas muy variables; en el interior de la masa se descubre, en algunos ejemplares, cavidades negativas exaédricas llenas de agua. Al calor, en tubo de ensayo, se funde, y colorea el dardo de amarillo. Con el nitrato argéntico precipitado blanco, insoluble en los ácidos y soluble en el NH^3.

Dos son las variedades más importantes de sal común: *sal marina* y *sal piedra o gema propiamente dicha;* la *sal marina* es el cloruro sódico extraído de las aguas saladas, y cuyo carácter distintivo es el decrepitar al ser sometida a la acción del calor, debido a que, en la evaporación rápida del agua que lleva en interposición, se rompen las partículas cristalinas de

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

la masa mineral, secundando esta acción los gases que con mucha frecuencia aparecen incluídos; la *sal piedra* es la extraída del seno de la tierra, y a la acción del calor entra en fusión tranquila sin decrepitar o con poca intensidad.

Es uno de los minerales más abundantes en la naturaleza; se encuentra disuelto en las aguas de los mares y lagos salados, así como en las fuentes cuyas aguas pasaron por terrenos salicíferos. Dignas de ser mencionadas son las salinas de San Fernando (Cádiz), de donde extraen la sal de las aguas del mar; las de Torrevieja (Alicante), que tienen su asiento en el lago llamado La Mota. De menor importancia hay en España muchos manantiales y lagunas saladas: Aranjuez (Madrid), Pinilla y Villaverde (Albacete), Fuente Toca (Soria), Imón, Rueda y Olmeda (Guadalajara), etc.

Constituye grandes depósitos en los estratos arcillosos del triásico y terciario; uno de los depósitos mejor estudiados y que se indica en la mayor parte de las obras de Mineralogía, es el de Stassfurth, próximo a Magdeburgo, descrito por Bischof; en él consideran cuatro regiones, según las substancias que aparecen mezcladas con la sal: 1.ª, *región de la anhidrita*, que es la inferior, la más antigua, caracterizada por la presencia de *anhidrita*, que forma capas estratificadas alternantes con la sal común; 2.ª, *región de la polialita*, constituída por capas alternantes de sal y *polialita;* 3.ª, *región de la kieserita*, constituída por sal y *kieserita*, y 4.ª, *región de la carnalita*, que es la superior y está formada por sal y *carnalita*, esta última dominante. El depósito más potente de todos los conocidos es el de Wielirca (Polonia), donde se han encontrado restos de animales marinos, demostrando que este depósito, como todos los demás, se formaron bajo la influencia de las aguas de mar. En España tenemos el potente depósito de Cardona (Barcelona), que constituye una masa de unos cinco kilómetros de circunferencia por 180 metros de altura; Villarrubia de Santiago (Toledo), Ojos Negros, Arenillas (Teruel), Cabezón de la Sal (Santander), Villaviciosa (Asturias), Minglanilla, Tarancón, Villarrubio y Cañaveras (Cuenca), Salinillas, Miranda de Ebro, Aranda, Pancorbo y Poza de la Sal (Burgos), Pradilla, Remedios, Torre de Berrellán y Remolinos (Zaragoza), Antequera (Málaga), Manuel y Villalgordo (Valencia), Onda (Castellón), Monóvar (Alicante), Hoz de Barbastro (Huesca), etcétera.

La sal es de las substancias minerales de mayor importancia; constituye uno de los principios indispensables para la alimentación del hombre; a más de ser el primer condimento de nuestras materias alimenticias, tiene importancia para la

conservación de las carnes y pescados; para la fabricación de la sosa industrial destinada a la preparación de jabones; como abono; para aperitivo de los ganados; en la preparación de esmaltes; en las operaciones metalúrgicas; en la fabricación del vidrio; para la preparación del agua sedativa, y otros compuestos que la medicina aplica por su acción antiséptica, estimulante, aperitiva y purgante.

SILVINA.—Cloruro potásico ClK. Regular, siendo el exaedro la forma dominante. Generalmente en masas incoloras o coloreadas, debido a materias accidentales que lleva en interposición; lustre vítreo; sabor salado algo parecido al de la sal común, soluble en agua, poco soluble en el alcohol. A la acción del calor se funde y volatiliza al rojo sin dejar residuo, si es que no tiene materias fijas en mezcla; da a la llama del mechero de Bunsen una coloración violeta; como es general que la silvina vaya acompañada de la sal común, la coloración violeta queda enmascarada por el amarillo del sodio, por cuya razón para ver la coloración violeta hay que interponer, entre la llama y el ojo del observador, el vidrio azul de cobalto.

Acompaña a la sal común en casi todos sus yacimientos.

SALMIAC.—*Sal amoníaco.*—Cloruro amónico. $ClNH^4$.

Regular, siendo el octaedro 111 la forma dominante; son frecuentes el exaedro 100, rombododecaedro 110 e icoxitetraedo 221; hay cristales miméticos que se asemejan a la hemipirámide ditetragonal y que proceden del desarrollo excesivo de ocho caras del icoxitetraedo. Exfoliación según 111. Generalmente en masas estalactíticas o en costras de estructura fibrosa; coloración grisácea o amarillenta; lustre vítreo algo adamantino; fractura concoidea. Dureza 1,5—2; pes. esp. 1,52. Soluble en su peso de agua hirviendo; sabor picante amargo.

En tubo cerrado se volatiliza, pero si se le mezcla con óxido cálcico o potasa, desprende amoníaco; puesto sobre las ascuas desprende vapores densos de cloruro amónico y se volatiliza sin dejar residuo.

La sal amoníaco se está formando constantemente en las erupciones volcánicas, como en el Etna, Vesubio y Lanzarote; en los depósitos de hulla aparece sublimada en las resquebrajaduras del terreno, viniendo a ser producto de combustión subterránea, como se observa en Hänischen, de donde proceden hermosos trapezoedros. Pero como relativamente la naturaleza no produce bastante cantidad de este compuesto para el consumo, he ahí que haya que obtenerlo artificialmente. Hace algún tiempo que casi la mayor parte de sal amoníaco que se consumía, procedía de Egipto, donde la obtenían del hollín resultante de quemar el estiércol del camello. Hoy esta

substancia se obtiene utilizando los productos acuosos resultantes de la destilación seca de la hulla en la obtención del gas del alumbrado, para lo cual mezclan al agua de loción del gas, ácido clorhídrico que, descomponiendo el carbonato amónico, forma cloruro amónico, que se separa por cristalización y se purifica por sublimación; por eso la sal que circula en el comercio se presenta en panes orbiculares muy resistentes a la percusión, constituyendo la suerte llamada *sal amoníaco refinada;* otra suerte es la *sal amoníaco pura,* que se presenta en masas cristalinas parecidas al azúcar de pilón. Ni una ni otra suerte es la especie medicinal, pues casi siempre contienen otras sales alcalinas, compuestos de cobre y plomo, productos empierumáticos, cianuros, etc., por lo que hay que purificarla antes de destinarla a los usos medicinales.

En farmacia se usa para la preparación de pomadas, tisanas, etc., como resolutivo y sedante; en los laboratorios e industrias, para la obtención del amoníaco; en tintorería, para la soldadura y estañado de los metales, como fundente del oro, etc., etc.

Querargirita.—*Plata córnea.*—Cloruro argéntico. Cl Ag. Regular, siendo el exaedro 100 la forma más frecuente; rara vez el 100 en combinación con el 111; los cristales aparecen agrupados en series escalonadas muy características. Masas informes, costras o películas drusiformes de fractura concoidea y color gris, verdoso o azulado; brillo craso algo adamantino; sin exfoliación manifiesta. Dur. 1; pes. esp. 5,5—5,6. Se deja cortar con la navaja. Al soplete y sobre el carbón, funde con ebullición, llegando a conseguirse botón metálico argentino. Inatacable por el NO^3H y ClH; soluble, aunque con lentitud, en el NH^3.

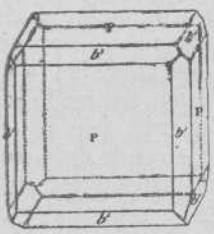


Fig. 82

Se encuentra acompañando en los filones metálicos a otros minerales de plata, como la *argentita* y *platas rojas.* Farena (Tarragona), Hiendelaencina (Guadalajara), mina *Centurión* (Murcia), Plasenzuela (Cáceres), Guadalcanal (Sevilla).

Fluorita

Fluorina, espato flúor.—Fluoruro cálcico. Fl^2Ca.

Regular. La forma frecuente es el exaedro 100 y también el 100 y 110 (fig. 82); rara vez se presentan aislados el rombododecaedro 110 y el octaedro 111. Maclas por compene-

tración (fig. 83). Generalmente los cristales están formando agrupaciones que a veces dan al conjunto forma octaédrica; es frecuente observar sobre las caras del exaedro unas estriaciones que asemejan a pirámides deprimidas, lo que secundado por la débil birrefringencia que en algunos de estos ejemplares se observa, hizo suponer al cristalógrafo Mallard se trataba de cristales miméticos exagonales. Las figuras de corrosión, que naturalmente se producen en los cristales, así como las formadas artificialmente por medio de los reactivos, están constituídas por el 322 en combinación con el 320 y 100.

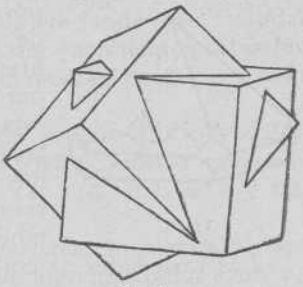


Fig. 83

Masas granudas, fibrosas o compactas; fractura concoidea y color variable, incolora, blanca, amarillenta, azulada, amatista, verde, rojiza, no siendo raro encontrar ejemplares de diversos colores y distribuídos en zonas; hay flourina que tiene color verde por refracción y azul violado por reflexión; brillo vítreo. Las variedades llamadas *clorofanas* fosforecen por elevación de la temperatura, emitiendo ráfagas verdosas o azuladas, a la par que pierde en peso específico y desaparece el color, lo que se toma por base para suponer que el color accidental de la fluorina es debido a la presencia de una substancia hidrocarburada. Dur. 4; pes. esp. 3 — 3,2; n = 1,435. Ya hemos dicho que hay algunos ejemplares anómalos que muestran birretringencia débil. Mirada al microscopio se nota con frecuencia inclusiones consistentes en cristalitos de pirita, galena y calcopirita.

Al dardo del soplete decrepita y llega a fundirse si está en delgadas escamas, en perla opaca, y comunica a la llama coloración rojiza; cuando es un trocito de mineral no escamoso sólo se funde en los bordes; pero si se mezcla con carbonato sódico, lo hace en una perla opaca que se hace transparente, y así persiste mientras dura la acción del dardo. Atacable por el ácido sulfúrico en caliente, con desprendimiento de ácido fluorhídrico y formación de sulfato cálcico; poco atacable por el clorhídrico y nítrico.

Yace la fluorita en filones; es una de las gangas comunes de los minerales metalíferos y acompaña al cinabrio, galena, casiterita, argentita, calcopirita, malaquita, etc., y a veces ella sola forma grandes depósitos, siendo ejemplo la célebre cantera del ducado de Meiningen. En España se encuentra en la

Sierra de Gádor (Almería), Virgen de Gracia (Córdoba), y en diversos puntos de las provincias de Ciudad Real, Huesca, Madrid, etc.

En Papiol (Barcelona) existe una masa de fluorita verdosa por entre la que cruzan pequeñas vetas de galena; en ese depósito se hallan preciosos cristales aislados constituídos por la combinación de 100 con 111. De esta localidad proceden ejemplares cristalizados, de aspecto muy curioso y muy bien conformados, en los que se observa un pseudohemimorfismo muy notable (fig. 84).

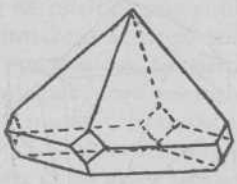


Fig. 84

Las variedades de color limpio se usan en la ornamentación y para falsificar las piedras preciosas; se usó en la metalurgia como fundente de los minerales de cobre, y aun hoy la emplean algo en este concepto. En la industria y en los laboratorios de química es primera materia para la obtención del ácido fluorhídrico.

Calomelanos.—*Mercurio córneo.*—Cl^2Hg^2. Tetragonal. Pirámide tetragonal 111, aislada o en combinación con el prisma tetragonal 110; estos cristales son pequeños y están alargados en sentido del eje de máxima simetría; siendo el valor de la pirámide aguda 98°,8'. Exfoliación 100. Color gris blanquecino o gris pardusco y brillo adamantino; fractura concoidea o desigual. Dur. 1,5; peso específico 6,4. Uniáxico positivo; $n_o = 1{,}96$; $n_e = 2{,}60$. Al calor, en tubo de ensayo, da sublimado blanco; soluble en el agua regia, insoluble en los ácidos. Acompaña al cinabrio en sus yacimientos. Baviera. En España se encuentra en las minas de Pulpí (Almería), Almadén y Almadenejos (Ciudad Real), en cuya última localidad es frecuente. Los calomelanos medicinales, de tan relevante importancia, no son los que se hallan en la naturaleza; los calomelanos, en farmacia, son cloruro mercurioso sublimado.

Carnalita.—Cloruro potásico magnésico hidratado. $ClK, Cl^2Mg + 6\,H^2O$. Es frecuente, casi normal, que parte del potasio esté sustituído por el sodio, siendo en este caso su fórmula química $Cl^2KNa, Cl^2Mg + 6\,H^2O$. Rómbico. En formas de combinaciones complejas parecidas a cristales exagonales, por lo que algunos creyeron que la carnalita era exagonal. En los cristales se descubren el pinacoide básico 001 y 010, 102, 223, 111. Generalmente en masas granudas con inclusiones de láminas de oligisto; color blanco lácteo o rojizo, cuando pura es incolora y de brillo vítreo; fractura concoidea. Dur. 1,

peso específico 1,6; fosforescente, soluble en el agua, sabor amargo, delicuescente.

Birrefringente y biáxica; nótase en la masa del mineral gran cantidad de inclusiones consistentes en materias orgánicas, cristales de anhidrita, láminas de oligisto, pirita de hierro, cuarzo, etc. A la acción del soplete funde con facilidad.

Acompaña a la sal común en sus yacimientos. Stassfurk y Persia. Se usa para la preparación de sales potásicas y como abono.

Criolita.—Fluoruro alumínico sódico. $(FlNa)^6$, Al^2Fl^6. Hay cristalógrafos que la suponen triclínica, otros monoclínica. Es frecuente la combinación 111, 110, 101, 011 y 001. Exfoliación según 110 y 001.

Masas estratificadas de color variable, incoloras, blancas, rojizas, amarillentas, etc., con brillo algo nacarado. Dur. 2,3; pes. esp. 2,9 — 3. Al dardo del soplete se funde fácilmente, coloreando la llama de amarillo. Atacable por el SO^4H^2 con desprendimiento de ácido fluorhídrico.

Se encuentra en el gneis y acompañando a otros minerales (galena y pirita). Citada en Sallet, Pirineo de Huesca, Evigtok (Groelandia); es uno de los yacimientos más potentes que se conoce, y allí se usa, como en otros puntos donde se explota, para la preparación del carbonato sódico, sulfato alumínico y sosa cáustica, destinada principalmente a la fabricación de jabones.

Boleita.—Cloruro plúmbico argéntico con hidrato cúprico $Cl^2Pb + Cu(OH)^2 + \frac{1}{3} ClAg$. Regular? Según Lecroix, Tetragonal. Es uno de los minerales más hermosos; cubos de bello color azul obscuro; trasluciente; exfoliación 100. Dur. 3; pes. esp. 5,8.

Atacamita.—Oxicloruro de cobre hidratado. Cl^2Cu, $3\,CuO^2H^2 + nH^2O$.

Rómbico. Cristales formados por la combinación 110, 010, 011. Exfoliación según el braquipinacoide 010.

Pequeños cristales o en masas terrosas, arenáceas, de hermoso color verde esmeralda. Dur. 3 — 3,5; peso específico 3,6 — 3,8. Biáxica negativa. Al dardo del soplete se funde, y mezclada con sal de sosa llega a producir botón de cobre. Atacable por los ácidos. Especie abundante en el desierto de Atacama (Bolivia). En España se encuentra en el Pirineo, Montitua (Vizcaya), Remolinos (Zaragoza), Linares (Jaén), Pedroso (Sevilla) y en las minas del filón Jaroso en Sierra Almagrera.

BIBLIOTECA
DEL
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

V.—NITRATOS (Iodatos, Selenitos, Teluritos, Manganitos, Plumbatos.) CARBONATOS

Sales de los ácidos nítrico NO^3H, iódico IO^3H, carbónico CO^3H^2, selenioso SeO^3H^2, teluroso TeO^3H^2, manganoso MnO^3H^2 y plúmbico PbO^3H^2.

A.— Nitratos y iodatos

Combinaciones de los ácidos nítrico (NO^3H) y iódico (IO^3H) con los metales.

Nitro

Salitre.—Nitrato potásico. NO^3Ka. El nitro natural contiene casi siempre compuestos de Na, Ca, Mg y Fe.

Rómbico. Preponderan en los cristales el prisma 110, braquipinacoide 010 y braquidomo 011. A esta combinación fundamental se agrega 111, 012, 014, etc. (fig. 85).

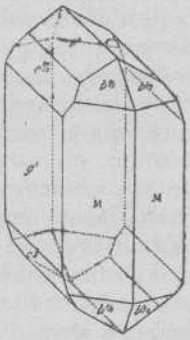


Fig. 85

Los cristales prismáticos se reúnen, según 110, en macla trisintética, produciendo prismas exagonales de la misma constitución que los de aragonito. Exfoliación, según 010, fácil; imperfecta en la dirección de 110.

El nitro natural se presenta en eflorescencias blanquecinas; cristalizado en el laboratorio, es de brillo vítreo, trasluciente o transparente; soluble en agua; sabor fresco al principio, luego picante y amargo. Dureza 2; peso específico 1,937. Mal conductor del calor. Puesto un cristal entre los dedos y aproximándolo al oído, se nota al poco tiempo un ruido especial, producido por la rotura de partículas cristalinas y debido a la resistencia que oponen al paso de la corriente calorífica. Birrefringente biáxico con signo negativo. Puesto sobre las ascuas deflagra, activando notablemente la combustión; fácil-

mente fusible al soplete, coloreando de violeta la llama; como casi siempre le acompañan compuestos sódicos, el color violeta es enmascarado por el amarillo de esta substancia, siendo necesario para observarle interceptar el amarillo con el vidrio azul de cobalto. Disuelto en agua o en capsulita de porcelana, se pone de manifiesto el ácido por la coloración roja que da con la brucina y ácido sulfúrico, y el radical básico por el precipitado amarillo de cloroplatinato potásico que produce con la solución normal de cloruro platínico.

Aparece en eflorescencias en las playas del mar Caspio, en ciertas grutas de Italia, en Kentucky (América), Hungría, en Tacunga (Quito), siendo aquí objeto de explotación; en las paredes viejas, establos, unido al nitrato cálcico en general, en todas aquellas porciones de terrenos que, debido a la existencia de substancias orgánicas animales en descomposición, aparecen cubiertos de *ortigas* (*Urtica urens* L., etc). En España se encuentra en Calatayud (Aragón), Sierra de los Filabres (Almería), Alcázar de San Juan (Ciudad Real), Tembleque (Toledo), Villarín de Campo y Villafranca (Zamora), Igea de Cornago (Logroño), Pola de Somiedo (Asturias), etc.

El nitro que se halla en el comercio procede de las salitrerías naturales y artificiales, así como también de la conversión en nitro de la *nitratina* o *nitro de Chile* (*nitrato sódico*), por reacción con el cloruro potásico natural. Las tierras salitrosas o los escombros donde se formó el nitro se someten a la lixiviación, separándose por este procedimiento el nitro y demás partes solubles, como son: *nitrato sódico, nitrato cálcico, magnésico, cloruros, sulfatos,* etc., constituyendo el *nitro en bruto.* La industria lo refina después por cristalizaciones sucesivas y transformación de los nitratos cálcico, magnésico y sódico en nitrato potásico mediante la adición de cloruro potásico, mientras se condensan los líquidos resultantes de la lixiviación; la cal y la magnesia se precipitan al estado de carbonato (*leche de tierra*), y el nitrato sódico se transforma en cloruro sódico, separándole incompletamente durante la ebullición con una espumadera. El líquido filtrado se condensa hasta los 36° ó 38° areométricos, dejándole luego en reposo para que cristalice; estos cristales desecados son los que se encuentran en el comercio.

El nitro que se destina a los usos medicinales y a ciertas operaciones de laboratorio, ha de ser puro; ha de ser completamente soluble en el agua; no ha de precipitar ni con el nitrato argéntico ni con el cloruro bárico (*ausencia de cloruros* y *sulfatos*); no ha de precipitar con el oxalato amónico ni con la lejía de potasa (*ausencia de compuestos cálcicos*

y *magnésicos*); la llama del mechero de Bunsen ha de colorearse de violeta perceptible a simple vista y no de amarillo (*ausencia de compuestos sódicos*).

Un procedimiento sencillo para purificar el nitro es el propuesto por el Dr. Sádaba: consiste en añadir a la solución de nitro, si es coloreada, clara de huevo bien batida (una clara por kilogramo de substancia), y hervir el líquido despumado, hasta la concentración 1,5; se filtra y se agita para obtener cristales arenáceos, los que se vuelven a disolver en agua *destilada* para repetir la cristalización; puestos los cristales sobre un embudo, se comprimen y lavan con solución saturada de nitro puro; una vez que los reactivos no acusan cloruros ni sulfatos, se vuelve a disolver en agua, concentrando la solución para que por reposo se formen grandes cristales, que se reponen después de haber sido perfectamente desecados. El nitro en estas condiciones se usa en medicina, por su acción diurética y refrescante, para combatir el reuma articular agudo y contra las enfermedades inflamatorias; fundido recibe el nombre de *cristal mineral*, y fundido con azufre resulta la *sal prunela;* tiene importancia industrial para la preparación de la pólvora, del ácido nítrico, como fundente, oxidante, etc., etc.

Los químicos hacían depender la formación del nitro de la descomposición de materias orgánicas nitrogenadas, y, en efecto, el nitro de los establos, el formado en las *nitrerías artificiales*, el que se encuentra en el suelo donde aparecen los rodalitos de ortigas, tiene este origen orgánico; pero decir que todo el nitro natural procede de la descomposición de las materias orgánicas nitrogenadas, está en contraposición con los yacimientos salitrosos de la Mancha, donde no hay substancias nitrogenadas orgánicas.

Es cuestión bien probada que en la formación del nitro juegan papel principal los microorganismos denominados «azotobacterias», sin necesidad de la materia orgánica. Cuando ésta es primera materia para la formación del nitro, entonces actúa el *Micrococcus Ureæ* Van Tigh y el *Micrococcus nitrificans* Van Tigh. El primero (*M. Ureæ*) tiene la propiedad de segregar una diastasa que reaccionando con la urea de la orina fija 2 H^2O y la convierte en carbonato amónico, según indica la siguiente ecuación: $CO(NH^2)_2$ (urea) $+ 2\ H^2O = CO^3(NH^4)^2$.

El *M. nitrificans* oxida los compuestos amoniacales y los convierte en ácido nítrico, y éste a su vez se combina con las bases, formando nitratos. Esta especie es abundante en las tierras vegetales.

Nitratina.—*Nitro de Chile, del Perú.—Nitro cúbico.*— Nitrato sódico. NO^3Na.

Exagonal romboédrico. Frecuente el romboedro. Masas granosas, cristalinas, incoloras o blancas; brillo vítreo; soluble en H^2O; sabor fresco, algo amargo y picante. Dur. 2; peso específico 2,09 — 2,29. Birrefringente, con signo óptico negativo; $n_o = 1{,}586$; $n_e = 1{,}436$. Delicuescente. Por el calor sufre la fusión acuosa, luego la ígnea y se transforma en nitrito sódico, desprendiendo oxígeno. Colorea la llama de amarillo. Con la brucina y SO^4H^2 produce intenso color rojo.

Aunque en Europa se encuentra en escasa cantidad, en los salitrales de Perú y Chile llega a constituir extensos bancos en los sedimentos de arena y arcilla. El yacimiento primeramente conocido fué el de Tarapaca (Perú), descubierto por D. Mariano Rivero.

Se usa en agricultura, así como también en la preparación del NO^3H y NO^3Ka. A la nitratina de Chile y Perú acompaña compuestos iodados, de los que se extrae hoy la mayor parte del iodo que se encuentra en el comercio. La nitratina es un excelente abono nitrogenado muy usado en la agricultura con resultados maravillosos.

Al grupo de los nitratos corresponde la Nitrocalcita $(NO^3)^2Ca$, Nitrobarita $(NO^3)^2Ba$, Nitramita NO^3NH^4; especies raras.

B.—Carbonatos

Sales del ácido carbónico (CO^3H^2). Descomponibles por el ClH con desprendimiento de CO^2.

1.°—Carbonatos neutros anhidros

Comprende dos series isomorfas de primer grado:

Exagonal romboédrica		Rómbica	
Calcita	CO^3Ca.	Aragonito	CO^3Ca.
Giobertita	CO^3Mg.	Witherita	CO^3Ba.
Dolomita	$CO^3(CaMg)$	Alstonita	CO^3CaBa.
Ludstroomita	$CO^3(CaBa)$.	Estroncianita	CO^3Sr.
Pistomesita	$CO^3(MgFe)$.	Cerusita	CO^3Pb.
Siderita	CO^3Fe.		
Smithsonita	CO^3Zn.		
Dialoguita	CO^3Mn.		

Serie exagonal romboédrica

Calcita

Caliza. Espato calizo.—Carbonato cálcico CO^3Ca. Casi siempre con cantidades variables de Fe^2O^3, Al^2O^3 y principalmente MgO, siendo por tal razón la mayoría de las calizas dolomíticas.

Exagonal romboédrico.—R = 105°5′. Es extraordinario el número de formas cristalizadas de la calcita, pero todas ellas pueden reducirse a tres tipos: *romboédricas*, *escalenoédricas* y *prismáticas*.

Son frecuentes los romboedros y los escalenoedros (figura 86). Los prismas van unidos a la base ó con los romboedros y escalenoedros.

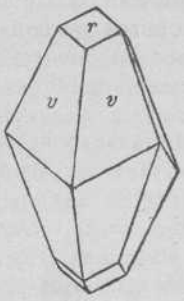


Fig. 86

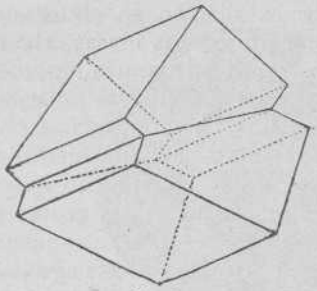


Fig. 87

Maclas frecuentes, según el romboedro (fig. 87), o la base (figura 88). Exfoliación muy fácil, según el romboedro. La figura de percusión sobre 0001 consiste en una estrella de tres radios que forman entre sí ángulo de 120°.

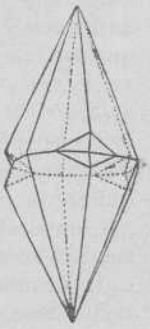


Fig. 88

Incolora, blanca, grisácea, etc.; brillo vítreo, nacarado en 0001. Dur. 3; pes. esp. 2,6 — 2,8; transparente, trasluciente u opoca. Uniáxica, con signo negativo $n_o = 1{,}658$; $n_e = 1{,}486$. Algunas calizas reducidas a polvo producen sobre una lámina de hierro caliente fosforescencia amarilla rojiza. Sobre el carbón, con el soplete, se descompone sin fundirse, quedando reducida a CaO, y colorea la llama de amarillo rojizo; el color se hace muy patente si al ensayo se agrega ClH.

Soluble en ClH con desprendimiento de CO^2, que produ-

ce efervescencia; si a esa disolución clorhídrica se agrega amoníaco y oxalato amónico, se produce precipitado blanco de oxalato cálcico, soluble en ClH, insoluble en ácido acético.

Las variedades de calcita pueden referirse a los siguientes grupos:

I. Calcita cristalizada.—Ya hemos dicho que puede adoptar formas romboédricas, escalenoédricas y prismáticas; de estas tres formas la más importante es la romboédrica, la cual ostenta el carácter de la doble refracción negativa en alto grado; los cristales romboédricos, completamente diáfanos, conocidos con el nombre de *Espato de Islandia*, son muy usados para la fabricación de multitud de aparatos de óptica fundados precisamente en la propiedad tan marcada que tienen de bifurcar el rayo luminoso.

II. Calcita espática.—Son masas de calcita, de las cuales por exfoliación se obtienen romboedros perfectamente determinados; estas masas cristalinas son las que proporcionan los romboedros más límpidos y desde luego los más usados para los aparatos de polarización.

III. Calcita concrecionada.—Estúdianse con esta denominación las calizas constituídas por la superposición de capas. Corresponden a este grupo las *estalactitas* y *estalagmitas*, frecuentes en las grutas existentes en el terreno terciario.

Las estalactitas y estalagmitas de colores varios pulimentadas reciben el nombre de *alabastro calizo*, en el que se observan con gran facilidad series de bandas concéntricas que indican el modo de formarse estas concreciones calizas.

A este grupo corresponden las formas oolíticas y pisolíticas, siendo verdaderas calizas concrecionadas; el único carácter que las separa es la forma y magnitud: las *oolitas* son de forma y dimensiones parecidas a un huevecillo, mientras que las *pisolitas* tienen la forma y tamaño de un guisante.

IV. Calcita sacaroidea.—Recibe el nombre de *mármol de Carrara* y *mármol estatuario;* color blanco limpio, con brillo vítreo muy marcado; está constituído casi en la totalidad por la aglomeración de partículas cristalinas, que son las que le dan ese aspecto tan característico.

V. Calcita compacta.—Son las calizas de grano fino susceptibles de adquirir pulimento; los mármoles calcáreos corresponden a este grupo; los mármoles pueden tener coloraciones muy diversas, dependiendo de las substancias que accidentalmente les acompaña: materias carbonosas, compuestos de hierro, arcilla, etc. Caso curioso de flexibilidad del mármol lo presenta una jamba de mármol blanco doblada

por el peso, que se halla en la puerta del patio del Mexuar de la Alhambra (Granada). Incluyóse en este grupo, además de los mármoles, la *piedra litográfica*, que es una caliza muy compacta, de fractura concoidea y color amarilliento o grisáceo; esta variedad es susceptible de adquirir hermoso pulimento, razón por la que, entre otras, la usan para litografiar, y de ahí su nombre.

Pueden incluirse entre las calizas compactas las *calizas de construcción*, que, si bien es cierto son de grano poco fino, son susceptibles de pulimento. Ejemplos de estas calizas existen las de Colmenar (Madrid), que llevan fuerte proporción de cuarzo, y la *caliza blanco verdosa*, que tiene gran cantidad de agua que la da cierta blandura en la cantera, por cuya razón se puede labrar con suma facilidad.

VI. Caliza terrosa. Creta.—Procede esta caliza de restos de caparazones de foraminíferos; tiene, por consecuencia la creta origen orgánico que se revela con sólo observarla al microscopio: a más de los caparazones de Foraminíferos se notan restos de pólipos y conchas de moluscos (figura 89).

Fig. 89

La caliza es una de las substancias minerales más abundantes en la naturaleza, y la encontramos en toda clase de terrenos. Hermosos ejemplares de calcita cristalizada se hallan en las rocas eruptivas de Islandia, en los filones metalíferos en Freiberg, Harz y otros puntos. Las calizas definen el terreno cretáceo; forman a veces grandes masas, montañas gigantescas, siendo ejemplo los Alpes centrales. En nuestra Península existen multitud de formaciones calcáreas, que no enumeramos todas por ser fatigoso; merecen ser citadas las cristalizaciones sobre los minerales argentíferos en Hiendelaencina (Guadalajara) y Guadalcanal (Sevilla), sobre el *cinabrio* en Asturias y sobre la *galena* en Linares (Jaén); romboedros agudos y obtusos muy curiosos se hallan implantados en la *sepiolita*, y a veces sobre la variedad asbestiforme de serpentina conocida con el nombre de *cartón de montaña*, en el Cerro de Almodóvar en Vallecas (Madrid); *espato calizo* se encuentra en Monjuich y Papiol (Barcelona), Ribadesella (Asturias), La Hermida (Santander), Motril (Granada); etc.; de *caliza sacaroidea* existen muchas formaciones, siendo las más notables las de Robledo de Chavela (Madrid), La Cierva (Cuen-

ca), Macael (Almería), Alhama (Granada), Montesclaros (Toledo), Lorca y Aguilas (Murcia), Vélez (Málaga), etc.; canteras de mármoles comunes se conocen muchas en España, y son importantes las de Cuenca, Toledo, Gerona, Aragón y Valencia, mereciendo especial mención las célebres canteras de mármoles diversos de Sierra Elvira y Loja (Granada); son muy notables las estalactitas de Artá (Mallorca), las de la Cueva de San Valerio, próximo a Mondragón, en la provincia de Guipúzcoa, y las de la gruta de Vélez de Benaudalla (Granada). Las formaciones cretáceas son también muy comunes y llegan a constituir grandes extensiones, como pasa en las provincias de Palencia, León, Guadalajara, Oviedo, Santander, etc., etc.

La importancia de la calcita es conocida de todos; ya se ha dicho que los romboedros límpidos y bien conformados se destinan a la construcción de gran cantidad de aparatos de óptica; tienen gran valor los mármoles en escultura y arquitectura, lo mismo que las *piedras calizas*, que son excelentes materiales de construcción; de *alabastro calizo* se hacen lindos objetos de ornamentación, y de las calizas compactas y homogéneas de colores claros las llamadas *piedras litográficas;* la cal *viva* u óxido cálcico procede de la calcinación en hornos preparados para el objeto, de las calizas; las *calizas hidráulicas* son aquellas que contienen de 20 a 50 por 100 de arcilla, y, por lo tanto, corresponden al grupo de las *margas*. Una importante aplicación de la caliza es en el encalado de los terrenos muy arcillosos o muy silíceos, con objeto de darles una consistencia a propósito para el cultivo de ciertas plantas útiles al hombre; ella es primera materia para la alimentación de los seres vegetales y a la par descompone las substancias orgánicas y arcillosas con formación de principios útiles fácilmente asimilables por las raíces de las plantas.

Farmacéuticamente considerada es también de mucho interés; se destina a la obtención de compuestos cálcicos y de anhídrido carbónico, utilizable principalmente en la preparación de bebidas gaseosas; la *creta*, que debe dejar pequeño residuo con el ClH, se lava, porfiriza y trocisca y constituye la llamada *creta preparada*, que tiene acción absorbente. Las *Glossópetras*, que son los dientes fosilizados de los tiburones, se creyeron alexifármacos; las *calizas hediondas*, que son aquellas que contienen en interposición *betunes* o *ácido sulfhídrico* y cuyo olor se hace patente por percusión o frotamiento, tuvieron también gran fama médica en la antigüedad, estando hoy olvidadas, lo mismo que los glóbulos amoníticos llamados *bezoárdico mineral*.

Giobertita. — *Magnesita.* — Carbonato magnésico. CO^3Mg.

Exagonal romboédrico. Los cristales están formados por el romboedro π (10$\bar{1}$1), rarísima vez el deutoprisma 11$\bar{2}$0, prisma 10$\bar{1}$0 y pinacoide básico 0001. Exfoliación perfecta según el romboedro. Ordinariamente en masas compactas o terrosas; color blanco, amarillento, a veces negruzca y hasta incolora; brillo vítreo, transparente, trasluciente u opaca. Dureza 4; pes. esp. 3 — 3,1. Fuertemente birrefringente uniáxica con signo negativo.

Al dardo del soplete se pone negruzca o grisácea, brilla con intensidad y se descompone sin fundirse, quedando convertida en óxido magnésico, que suele tener acción sobre la aguja magnética por el hierro que casi siempre contiene. Reducida a polvo llega a disolverse, con mucha dificultad, en ClH, actuando en caliente y sobre ejemplares poco silicatados, y desprende CO^2; la solución clorhídrica en presencia del NH^3 produce precipitado blanco cristalino con el fosfato amónico, de ortofosfato magnésico amónico. $PhO^4Mg(NH^4)$.

Cristalizada se encuentra sobre la serpentina y otras materias minerales magnésicas. La compacta y terrosa va ordinariamente acompañada de la *sepiolita* y a veces del *ópalo* en los terrenos terciarios. En España se halla en el Cortijo de Puertas. Maro (Málaga), Itrabo (Granada); también está citada en Galicia.

El carbonato magnésico que la naturaleza nos ofrece no tiene uso directo en medicina, solamente después de purificado, pero esta operación resulta dispendiosa; para este y otros usos se prepara artificialmente en los laboratorios. Con el ácido sulfúrico y este mineral se obtiene sulfato magnésico o *sal de higuera;* la giobertita compacta silicatada se destina a la fabricación de ladrillos y vasijas refractarias.

Dolomita.—Mezcla isomorfa de carbonatos cálcico y magnésico CO^3Ca, $CO^3Mg = (CO^3)^2CaMg$.

Exagonal romboédrico. Es frecuente se presente aislado el romboedro; también se conocen formas de combinación en las que existen el prisma 10$\bar{1}$0, la base 0001 y los romboedros, dando estos últimos, con frecuencia, a los cristales forma lenticular a veces esférica. Kobell indicó la existencia del tetartoedrismo en los cristales de dolomita: más tarde se confirmó por las figuras de corrosión asimétricas sobre caras del romboedro; aparecen con ese carácter tetartoédrico los escalenoedros, que no se hacen muy patentes por la coexistencia de las formas conjugadas. Las láminas de exfoliación son algo

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

curvas y se desprenden según caras de romboedro fundamental.

Agregados drúsicos en forma de silla de montar, o más comúnmente en masas sacaroideas, compactas o terrosas; incolora, blanca, rojiza o negruzca si contiene compuestos de hierro o materias bituminosas en interposición; brillo craso, vítreo o nacarado. Dur. 3,5 — 4,5; pes. esp. 2,8 — 2,9. Fuerte birrefringencia uniáxica con signo negativo.

Al dardo del soplete se descompone sin fundirse; el ácido clorhídrico la descompone con lentitud, reacción que se acelera auxiliándola con el calor; en la disolución clorhídrica se reconocen la cal y magnesia por los reactivos especiales.

Mineral abundante que llega a constituir grandes masas; ejemplares cristalizados se encuentran en los depósitos de magnetita en Traversella, en las talcitas de Zillerthal, en las rocas dolomíticas de Binnenthal, etc. En España se hallan ejemplares cristalizados en el Cabo de Gata y en las minas de cinabrio de Almadén (Ciudad Real), donde aparece sobre la roca llamada *frailesca*. En los filones de calamina en Reocín (Santander) se encuentran buenos ejemplares de dolomita ferruginosa; masas granulares y compactas se hallan en Valdemoro (Cuenca), Mascaraque (Toledo) y Serranía de Ronda, así como también en la Sierra de Gádor (Almería), donde recibe el nombre de *piedra franciscana*, debido al color ceniciento y bandas blancas y parduscas que presenta.

Se usa como piedra de construcción y también en la preparación de cales hidráulicas en unión de ciertos silicatos. En los laboratorios se destina a la obtención de sales magnésicas y anhídrido carbónico.

Siderita.—*Siderosa.*—*Hierro espático.*—Carbonato ferroso CO^3Fe.

Exagonal romboédrico. En los cristales se descubren los romboedros, que puede presentarse aislado y con curvaturas especiales parecidas a una silla de montar.

Masas espáticas, granudas y compactas; color variable, amarillento, rojizo, negruzco, dependiendo generalmente de alteraciones en la constitución química del mineral; raya blanco amarillenta; brillo vítreo, adamantino o nacarado. Dureza 3,5 — 4,5; pes. esp. 3,7 —3,9. Signo negativo.

Al dardo del soplete, con fuerte llama de reducción, se descompone sin fundirse, obscurece el color hasta volverse negro y adquiere acción magnética; al vidrio de bórax produce coloración roja, en caliente y llama de oxidación, amarilla en frío, verde botella con llama de reducción. Atacable

lentamente por el ClH con desprendimiento de CO^2; esta reacción se acelera auxiliándola con el calor.

Yace en los filones metalíferos o sobre el basalto, o también constituyendo potentes depósitos estratiformes. Corintia, Estiria, Dransberg, etc. En España se encuentra, constituyendo grandes masas, en Somorrostro (Vizcaya) y en algunos puntos de Guipúzcoa y Navarra; en filones, acompañando los cobres grises y calcopirita, en Sierra Nevada. Con frecuencia la siderita se transforma, parcial o totalmente, en *limonita*, como se observa en Somorrostro, siendo estos minerales, sobre todo los que tienen algo de manganeso *(vena azul)*, uno de los mejores para la fabricación del acero.

Smithsonita.—*Zinc espático.*—Carbonato zíncico CO^3Zn.

Exagonal romboédrico. Los cristales pueden estar constituídos por el romboedro; pero generalmente son combinaciones del tipo de los minerales anteriores.

Masas concrecionadas, compactas o terrosas; color grisáceo amarillento, verdoso, pardusco, a veces incolora, trasluciente u opaca; brillo vítreo algo nacarado. Dur. 5; pes. esp. 4,1 — 4,5. Signo negativo; débilmente magnética.

Al dardo del soplete no se funde; pero se descompone y forma aureola amarilla en caliente, blanca en frío; si sobre el ensayo o la aureola, que es de óxido zíncico, se agrega una gota de solución normal de nitrato cobaltoso, y sobre él se vuelve a dirigir el dardo del soplete, toma al enfriarse coloración verde prado. Soluble en la potasa cáustica y en ClH, con desprendimiento, en este último caso, de CO^2.

La *smithsonita concrecionada* de color verdoso puede confundirse, a primera vista, con algunas calcedonias y fosforitas; pero ya por la densidad se distinguen fácilmente, o mejor haciendo uso de los reactivos y ensayos pirognósticos anteriormente citados.

Ejemplares cristalizados de *smithsonita* se encuentran en los filones de blenda y galena en Chessy, próximo a Lyón, así como en determinados puntos de Inglaterra (Wiesloch, Mendip). Las principales minas de este mineral se hallan en España en la llamada *zona de la calamina*, que atraviesa las provincias Vascongadas, Navarra, Santander y parte oriental de Asturias. Yacen en terreno carbonífero (Picos de Europa) o en el cretáceo, Comillas, Reocín (Santander); fuera de esta zona se encuentra en varios puntos de las provincias de Albacete (San Juan de Alcaraz, Ríopar), Barcelona (Pontons), Almería (Dalias), sierra de Cartagena, etc. Es uno de los minerales más importantes para la extracción del zinc.

Serie isomorfa rómbica

Aragonito

Carbonato cálcico. CO^3Ca.

Los cristales de aragonito tienden siempre a la agrupación regular; por eso es difícil hallarlos libres e independientes; se conocen la combinación 110 con 100, 111 y 101; a veces se agrega a esta combinación 212; otros cristales están constituídos por 110, 100 y 001 (fig. 90), que puede estar sustituída por las caras 101; una forma propia del aragonito de España es la constituída por el prisma 110, cuyas caras están muy desarrolladas, el 012 y 001 (fig. 91). Maclas frecuentes según 110, en las que se asocian por lo menos tres individuos que dan al conjunto forma exagonal; estas maclas trigeminadas se reconocen fácilmente con sólo mirar la base del aparente prisma exagonal, donde aparecen con mucha claridad las líneas que indican los planos de juntura (fig. 92). Exfoliación perfecta según 100; imperfectas en las direcciones del 101 y 110.

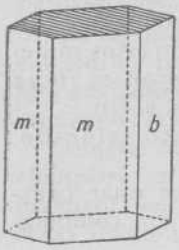


Fig. 90

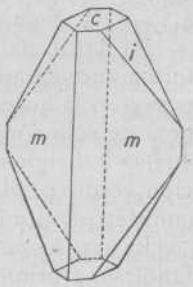


Fig. 91

Agregados drusiformes o en masas fibrosas, bacilares, ramificadas en forma de políperos de aspecto muy característico (*flos-ferri*), y concrecionada; fractura desigual o concoidea; color blanco, rojizo, verdoso o amarillento; brillo vítreo, transparente, traslúciente u opaco. Dureza 3,5 — 4; peso específico 2,9 — 3.

Birrefringente (0,154) biáxico con signo negativo.

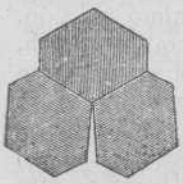


Fig. 92

Al dardo del soplete salta, rompiéndose en trozos poliédricos que parecen romboedros; no se funde, y queda reducido a óxido cálcico si el ensayo se hace sobre el carbón. Atacable por ClH, no con la rapidez que lo hace la calcita, con desprendimiento de CO^2; con frecuencia se pone de manifiesto por los reactivos el estrocio, el magnesio y el hierro, que al estado de carbonatos forman mezclas isomorfas con el cálcico; a la presencia de estos cuerpos se atribuyó el

dimorfismo del carbonato cálcico, y la cristalización rómbica del aragonito. Es inalterable la disolución de nitrato de cobalto hervida con calcita; pero si es aragonito, el reactivo se reduce formándose un precipitado verdoso azulado.

En incrustaciones y formas pisolíticas se halla en Karlsbad (Alemania); concrecionado en los basaltos de Bohemia, así como también hermosas cristalizaciones se encuentran en estos puntos, y acompañando al azufre en las margas terciarias de diversas localidades de Sicilia. Son notables los ejemplares cristalizados de Molina de Aragón (Guadalajara), que aparecen mezclados con cuarzo hematoideo y yeso entre las arcillas irisadas; en la provincia de Ciudad Real se hallan ejemplares concrecionados y fibrosos en los basaltos; procedente de la descomposición de las rocas; a más de las localidades españolas indicadas, se encuentra en Medinaceli (Soria), Minglanilla (Cuenca), Ubierna, Boccio y Salgüero de Jarros (Burgos), Tortosa (Tarragona), Somorrostro (Bilbao), Cabra (Córdoba); el *flosferri* fué citado por el señor Naranjo en Magacela (Badajoz), y allí se encuentra asociado a la siderosa o hierro espático. Las agrupaciones polisintéticas de contorno exagonal reciben el nombre de *torrecicas* en varios puntos de Aragón; en la provincia de Burgos las denominan *piedras de Santa Casilda.*

En la citada provincia de Burgos y otras limítrofes llevan las gentes poco cultas una o varias *piedras de Santa Casilda* colgadas al pecho, o metidas en los bolsillos, con objeto de librarse de la hidropesía; este amuleto suelen usarlo con más frecuencia las mujeres, por considerar que con su auxilio tendrán mejores y felices partos.

Witherita.—Carbonato bárico. CO^3Ba. Rómbico. Cristales de apariencia exagonal debido a la igualdad en amplitud de las formas reunidas y combinadas; esto ocurre con la aparente pirámide exagonal, que está constituída por 111 y 102; otros cristales parecen la pirámide exagonal con los vértices polares truncados, y no es más que la anterior combinación, a la que se une el 001. Las maclas son parecidas a las del aragonito; frecuentes las agrupaciones polisintéticas en las que el plano de macla corresponde a cara del prisma 110. Exfoliación perfecta según 110; imperfecta según 012 y 100.

Agregados racimosos o masas compactas y concrecionadas de fractura concoidea o desigual; color blanco, amarillento, a veces incoloro, brillo vítreo, craso en las superficies de fractura, trasluciente u opaca. Dur. 3 — 3,5; pes. esp. 4,2 — 4,4. Signo negativo; bisectriz aguda normal a la base; $2E = 26°5'$. Al soplete llega a fundirse en una especie de es-

malte blanco y colorea la llama de verde amarillo; este carácter se patentiza más si se agrega al ensayo una gota de ácido clorhídrico; este ácido la disuelve fácilmente con desprendimiento de CO^2; en la disolución clorhídrica se reconoce el bario por el precipitado blanco que produce con el SO^4H^2, insoluble en todos los ácidos y álcalis; la disolución clorhídrica colorea la llama del mechero de Bunsen de verde algo amarillento.

La *witherita* es abundante en determinadas localidades de la Gran Bretaña. En España se halla en los filones plomíferos de Garlitos (Extremadura) y en Abenojar (Ciudad Real).

Es destinado este mineral en los laboratorios a la obtención de los diferentes compuestos báricos.

Estroncianita.—Carbonato estróncico. CO^3Sr.

Rómbico. Tiende, como la *witherita*, a las formas exagonales; a primera vista se distinguen los cristales de *estroncianita* y *witherita*, pues en los correspondientes a este último mineral siempre domina la forma piramidal; en los de *estroncianita* la prismática. La forma cristalizada más frecuente es la combinación 110, 010, 012, 111 y 001; en esta forma de combinación el 110 y el 010 toman la misma amplitud, ocurriendo lo mismo entre la 111 y el 012, lo que da por resultado la formación de un prisma exagonal (110 y 010) apuntado por la pirámide exagonal (111 y 012), cuyo vértice está truncado por el pinacoide básico 001. Con frecuencia se agrega a esta forma la pirámide 112 y el 101 de la misma amplitud, y quedan reducidas a pequeñas facetas aproximadas a la base. Exfoliación perfecta según 110; imperfecta según 102.

Agregados fibrosos o bacilares de fractura desigual; incolora, gris amarillenta y verdosa; brillo vítreo, craso en las superficies de fractura, trasluciente u opaca. Dur. 3,5; peso específico, 3,6 — 3,8. Signo negativo; bisectriz aguda normal a la base 001, $2E = 12°3'$.

Al dardo del soplete se fúnde en los bordes, colorea la llama de rojo y toma el ensayo forma especial de aspecto de coliflor. Soluble en el ClH, con desprendimiento de CO^2; el cloruro estróncico formado colorea de rojo carmín la llama del mechero de Bunsen. Yace, asociada a la galena y pirita de cobre, en Estroncian (Escocia). En España se halla diseminada en las pizarras silúricas de Turón y Murtas (Granada), Adra (Almería). Usada en los laboratorios para la obtención de los compuestos estróncicos; en la industria azucarera se destina para quitar la melaza a la sacarosa.

Cerusita

Albayalde natural, cerusa, plomo blanco.—Carbonato plúmbico CO^3Pb. Rómbico. Como todos los minerales correspondientes a la serie isomorfa rómbica, esta especie tiende a las formas exagonales; la combinación de la pirámide 111 con el 021 da por resultado la formación de una pirámide exagonal (fig. 93); son más frecuentes las formas tabulares, debidas a la preponderancia del 010; cuando el 010 y el 110 adquieren igual amplitud y se combinan con el 001, el conjunto toma forma de prisma exagonal terminado por las bases; la forma tabular más frecuente es la resultante de la combinación de 010, que está estriado horizontalmente, el 110, 111 y 130. Frecuentes las maclas por cruzamiento, en las que el plano de gemelismo es una cara del prisma 110. Exfoliación bastante fácil según 110 y 021.

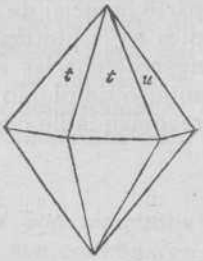


Fig. 93

Agregados drusiformes y fasciculados o masas compactas y terrosas *(cerusa terrosa);* fractura concoidea o desigual; incolora, blanca, grisácea, y a veces negruzca *(cerusa negra)*, bien por estar parcialmente convertida en sulfuro de plomo, o por tener materias carbonosas en interposición; brillo sedoso muy intenso *(cerusita fascicular)*, adamantino y craso. Dureza 3; peso específico, 4 — 6,6. Signo negativo.

Fusible al dardo del soplete, produciendo aureola amarilla, rojiza en caliente y en frío, de *litargirio* y botón metálico de plomo. Soluble con efervescencia en el ClH, y produce con el ioduro potásico precipitado amarillo de ioduro plúmbico.

Yace generalmente asociada a la *galena* en los filones metalíferos: Sajonia, Siberia, Estados Unidos, etc. En España se encuentra en casi todas las localidades donde hay galena. Hermosos ejemplares de apariencia exagonal proceden de Sierra de Cartagena; también existe en Sierra Almagrera, Cabo de Gata, en varios puntos de las provincias de Ciudad Real, Badajoz, Santander, etc. Se conocen hermosos ejemplares de cerusita, de aspecto de siderosa espática, de la mina *Calonca*, Motril (Granada).

La *cerusita*, tal como se encuentra en la naturaleza, no tiene otro uso que para la extracción del plomo; pero la *cerusa artificial* o *albayalde*, cuya obtención no es del caso, tiene

bastantes usos farmacéuticos. Resulta un polvo blanco, homogéneo y suave al tacto; completamente soluble en el ácido acético o clorhídrico (ausencia de *sulfato plúmbico, talco* y *yeso);* agregando unas gotas de amoníaco a la solución clorhídrica no ha de dar precipitado alguno con el oxalato amónico (ausencia del *carbonato cálcico).*

El *albayalde* es una de las substancias que constituyen parte esencial de los *trociscos de Rhasis.* La industria lo emplea en la pintura al óleo; el color blanco del albayalde se ennegrece con las emanaciones sulfhídricas por formación de sulfuro de plomo de color negro, por cuya razón no es muy recomendable para dichos usos.

2.°—CARBONATOS HIDRATADOS Y BÁSICOS

Natron

Carbonato sódico neutro hidratado. CO^3Na^2, $10H^2O$. Es raro se presente cristalizado, por lo general eflorescido o disuelto en las aguas; haciéndole cristalizar de las disoluciones acuosas, lo verifica en formas del sistema Monoclínico. Los cristales están constituídos por la combinación de 110, 111 y 010. Exfoliación según el clinopinacoide 010 y ortopinacoide 100.

Cuando está cristalizado es incoloro; blanquecino, cuando eflorescido; brillo vítreo. Dur. 1 — 1,5; pes. esp. 1,4 — 1,5. Muy soluble en el agua, alcanzando el máximum de solubilidad cuando ésta tiene temperatura de 38°; sabor alcalino bastante picante. Signo negativo; bisectriz aguda normal al clinopinacoide 010. Al calor sufre la fusión acuosa y queda reducido a polvo blanco; a la temperatura del rojo sufre la fusión ígnea sin descomposición. Colorea la llama de amarillo intenso, característico de los compuestos sódicos. Fácilmente soluble en el ClH, con desprendimiento de CO^2.

Se encuentra disuelto en las aguas de ciertos lagos, siendo célebres los del valle Natron, próximos al río Nilo; eflorescido sobre el suelo de ciertas rocas y mezclado con sal gema, sulfato sódico y *termonatrita*, se halla en Hungría, Persia, Méjico, etc., y en pequeñas cantidades en los cráteres de los volcanes Etna, Vesubio, Teide.

El carbonato sódico del comercio suele ser artificial, obtenido por doble descomposición con el bicarbonato amónico y el cloruro sódico en soluciones acuosas concentradas; el bicarbonato sódico se transforma en carbonato neutro por

la acción del calor. En tiempos no muy lejanos lo extraían por incineración de las *plantas barrilleras* (ciertas especies de los géneros *Salsola*, *Salicornia*, *Sueda*, correspondientes a la familia quenopodiáceas), tomando de ahí el nombre de *barrilla natural* con que distinguen este compuesto.

Poderoso fundente, que como tal se emplea en los ensayos pirognósticos; es primera materia para la obtención de la sosa cáustica, para la fabricación del vidrio y preparación de jabones. Los egipcios introducían en los famosos lagos del valle Natron los cadáveres humanos y los de animales, a quienes consagraban culto, que habían de ser embalsamados, con objeto de que se empapasen bien de la antiséptica disolución de carbonato sódico.

Trona.—$CO^3Na^2 + 2CO^3NaH + 3H^2O$.

Monoclínico. Los cristales por lo regular son alargados por preponderancia del prisma 110; a veces son columnares cortos. Exfoliación según el 100. Comúnmente en agregados bacilares o en costras acompañando al *Natron;* incolora blanquecina o amarillenta; lustre vítreo. Dur. 2,5; pes. esp. 2,11. Soluble en el agua, sabor alcalino; no se altera en contacto de la atmósfera. Funde con gran facilidad, desprende agua y se transforma en carbonato sódico neutro; colorea la llama de amarillo y es soluble en el ClH con efervescencia.

Hállase disuelta en algunos lagos del valle Natron y en el de Maracaibo (Venezuela); en grandes masas se encuentra en las inmediaciones de Sukena (Trípoli), Colombia, etc.

Gaylussita.—*Natrocalcita.* Carbonato cálcico sódico hidratado. $(CO^3)^2CaNa^2 + 10H^2O$. Monoclínico. Cristales incoloros de aspecto columnar con exfoliación imperfecta según caras del prisma 110; fractura concoidea; brillo vítreo. Dur. 2,5; pes. esp. 1,9. Signo negativo; bisectriz aguda normal al clinopinacoide 010. Al soplete desprende agua, colorea la llama de amarillo rojizo y funde en una perla opaca y blanquecina. Soluble en el ClH, con desprendimiento de CO^2.

Acompaña a la *trona* en los terrenos arcillosos de Lagunilla (Nueva Granada). El señor Naranjo la encontró mezclada con otras substancias, principalmente magnésicas, en Espartinas, próximo a Aranjuez (Madrid).

Malaquita.—Carbonato cúprico básico. $CO^3(CuOH)^2$.

Monoclínico. La *malaquita* tiende a formas concrecionadas y es difícil hallarla cristalizada; en los pequeños cristales que a veces presenta, se reconoce la combinación del clinopinacoide 010, prisma 110 y pinacoide básico 001; el clinopinacoide queda casi siempre, y sobre todo en las formas prismáticas, reducido a pequeñas facetas que truncan las aristas

áxicas del prisma. Maclas según el ortopinacoide 100. Exfoliación perfecta según 001 y 010.

Agregados fibroso-radiales o fasciculados, masas concrecionadas con capas de concreción bastante finas y dispuestas en sentido paralelo; a veces terrosas y pulverulentas *(verde montaña)*; color verde, raya verde clara; brillo vítreo (los cristales) y sedoso en las formas fasciculares. Dur. 3,5 — 4; pes. esp. 3,7 — 4,2; signo negativo.

Al calor, en tubo de ensayo, desprende agua y obscurece el color; sobre el carbón, y con llama de reducción del soplete, llega a obtenerse, después de mucho tiempo de actuar, un botón metálico de cobre; el dardo se colorea de azul celeste, si sobre el ensayo se vierte unas gotas de ácido clorhídrico; al vidrio de bórax, con llama de oxidación, toma coloración verde en caliente, y azul claro en frío; a la de reducción, verde sucio en caliente y rojo cúpreo en frío.

Soluble en el ClH con desprendimiento de CO^2; esta solución da precipitado verde de sal básica con el amoníaco, soluble en exceso de reactivo, y toma el líquido color azul intenso.

Procede esta especie de la alteración de los compuestos cúpricos *(calcopirita, cobres grises*, etc.), por cuya razón se la encuentra acompañando a estos minerales. Montes Urales, de donde proceden hermosos ejemplares fibrosos; Cornouailles, Polonia, etc. En España hay malaquita en Linares (Jaén), Torres y Collado de la Plata (Teruel), Vélez Rubio (Almería), Colmenar Viejo (Madrid), Huidobro (Burgos), Molina de Aragón (Guadalajara), Monrós (Lérida), Torralba (Navarra), etc. Se conocen hermosos ejemplares cristalizados—seguramente pseudomórficos de la azurita—en Guajar Fondón (Granada), así como también unos cristalitos (110, 010, 001) en las oquedades de la cuarcita en la mina *Calonca*, Motril (Granada).

Su principal importancia es en la extracción del cobre, de cuyo metal llega a contener 70 ó 75 por 100; la malaquita concrecionada se destina a la preparación de objetos artísticos y de ornamentación; también tiene uso en la confección de colores destinados a la pintura.

Chesilita.--*Azurita*.--Carbonato cúprico básico. $(CO^3)^2Cu(CuOH)^2$. Monoclínico. Los cristales son tabulares o columnares según el desarrollo de la base 001 y ortopinacoide 100. Exfoliación bastante fácil según el clinodomo 011.

Agregados drusiformes o radiales; masas compactas o terrosas con fractura concoidea o astillosa; color azul de diversos tonos según las variedades; raya azul esmalte, lo mismo que el polvo del mineral; brillo vítreo. Dur. 3,5 — 4; pes. esp.

3,7 — 3,8. Signo óptico positivo; plano de los ejes ópticos paralelo al ortopinacoide.

Los mismos caracteres químicos que la especie anterior, en la que se transforma con gran facilidad por desprendimiento de anhídrido carbónico y absorción de agua.

Tan frecuente como la *malaquita*, se encuentra en las mismas localidades que ésta, siendo minerales inseparables. Se usa en la extracción del cobre y en pintura *(azul montaña)*.

Los dos carbonatos básicos de cobre que concluímos de estudiar tuvieron gran fama en la antigüedad; la *malaquita* era tallada en forma de corazón, y así la usaban como amuleto para privarse de los ataques epilépticos; la *azurita* se usó, al interior, como emética, y al exterior, por su acción desecante.

Minio.—PbO^3Pb, PbO ó PbO^4Pb^2 (plumbato plúmbico). Masas pulverulentas o en costras de color rojo vivo. Dur. 2 — 3; pes. esp. 6,8 — 9. En España se halla en los Picos de Europa (Santander), y según el señor Chaves, en Maro (Málaga). Según el señor Calderón, en la Universidad de Praga hay ejemplares de minio sobre galena hojosa de localidad española, sin fijar sitio determinado. Como producto metalúrgico se halla en Linares (Jaén); también ha sido recogida sobre la galena en Motril (Granada).

Psilomelana.—Manganesa baritífera hidratada. Mineral complejo, amorfo?, constituído por compuestos de manganeso y bario, principalmente. Según Groth, es manganito de manganeso, en el que parte de MnO está sustituído por BaO.

Según Langhaus, debe considerarse bihidrato mangánico $Mn^2O^5H^4$, al que se agregan en mezcla otras substancias, entre ellas baritíferas.

Masas concrecionadas, estalactíticas, compactas, y en algunos ejemplares con indicios de estructura fibrosa; color gris de hierro o azulado pardo; raya brillante. Dureza 5,5 — 6; peso específico 4,1 — 4,5. Infusible o difícilmente fusible; colorea la llama del dardo de verde (Ba); con el espectroscopio se descubre el Li. Calentada en tubo de ensayo desprende O y H^2O. Atacable por el ClH con desprendimiento de Cl.

En los yacimientos de pirolusita y acerdesa. Harz, Turingia, etc. En España se halla en Huelva, Lorca (Murcia), Camañas (Teruel), Llanes (Asturias), etc.

Wad.—Masas amorfas de composición química complicada, en la que preponderan hidratos de manganeso y hierro. Color pardo rojizo. Dur. 0,5 — 3; pes. esp. 3 — 4,25.

Pozo de los Frailes, Nijar (Almería), Ríotinto, Huelva. A este mineral se refieren las dendritas y arborizaciones negras que tanto abundan en las baritinas y calizas.

Asbolana.—Amorfa. Considerada por muchos autores variedad del Wad; contiene 19—32 por 100 de CoO.

Masas concrecionadas mamelonares o reniformes y terrosas; color pardo o rojizo. Dur. 1; pes. esp. 2,2—2,4. Infusible; comunica al vidrio de bórax en llama de reducción color azul, debido al cobalto. Atacable por el ClH, con desprendimiento de Cl.

Kamsdorf, etc. En España se halla en Pola de Lena, Cabrales, Mier, Monte Aramo (Asturias), El Ballestero (Ciudad Real), mina *Cueva de la Mora* en Huelva, Motril (Granada), Villanueva de Pontedo, Busdongo (León), Pavías (Castellón).

Heubachita.—$3(CoNiFeMn)^2O^3 + 4H^2O$.

Mineral amorfo; en masas dendríticas, compactas o esferoidales, de color negro y brillo submetálico en la raya. Dureza 2,5 — 3; pes. esp. 3,40 — 3,70.

Desprende Cl con el ClH y forma una disolución verde, que con el H^2O se pone amarillenta o rosada. La he hallado por primera vez en España en la mina *Encontrada*, de Molvízar (Granada), y en la sierra de Cazorla, de la misma provincia (1).

---

(1) *Bol. Real Soc. Esp. de Hist. Nat.* Mayo 1906.

BIBLIOTECA
DEL
INSTITUTO PROVINCIAL
DE
SORIA

VI.—SULFATOS (Molibdatos, Tungstatos, Uranatos.) CROMATOS

Sales de los ácidos sulfúrico, crómico, molíbdico, túngstico y uránico.

Thenardita

Sulfato sódico anhidro. SO^4Na^2.

Rómbico. Forma dominante, la pirámide rómbica 111, a veces en combinación con la base 001. Masas informes, en eflorescencias o en agregados granosos y compactos; color blanco o blanco rosado, a veces incolora. Dur. 2,5; pes. esp. 2,6—2,7. Soluble en el agua; sabor salino bastante débil. Fusible al soplete, produciendo, por enfriamiento, masa opaca. Con el cloruro bárico da la reacción de los sulfatos.

La thenardita fué descubierta por don José Luis Casaseca, en las salinas de Espartinas, próximas a Aranjuez (Madrid). Aparece en eflorescencia, en costras pulverulentas blanquecinas alrededor de las charcas que la tienen en disolución. Ciempozuelos (Madrid), Villamanrique (Toledo), Villarrubia de los Ojos (Ciudad Real), Cerezo de Río Tirón (Burgos). Tiene los mismos usos que la *Sal de Glaubero*.

Glauberita.—*Brongniartita.*—Sulfato sódico-cálcico anhidro. SO^4Na^2, SO^4Ca.

Monoclínico. Frecuente 111 con el clinopinacoide 010; a veces 111, 110, 001 y 111, 021, 100. Exfoliación perfecta 001. Incolora, blanca, amarillenta o rojiza; transparente, pero colocada al aire húmedo se vuelve opaca. Dur. 2,5—3; pes. esp. 2,7—2,8. Signo óptico negativo. Sabor salado amargo. Fácil de diferenciar, porque puesto el mineral en agua se vuelve opaco y blanco; es debido a que el SO^4Ca se precipita cristalizado sobre la masa del ensayo. El SO^4Na^2 se disuelve. A la acción del fuego decrepita y funde en un esmalte blanco. Acompaña a la sal común y yeso. Vic (Lorena), Priola (Sicilia), Stassfurth, etc. En España se encuentra en los depósitos de sal común de Villarrubia de los Ojos (Ciudad Real), Cerezo de Río Tirón (Burgos), Ciempozuelos y Chinchón (Madrid).

Tiene uso en la fabricación del vidrio; en Medicina se usa por su acción purgante.

Anhidrita.—*Muriacita. Karstenita.*—Sulfato cálcico anhidro. SO^4Ca. Rómbico. Formas observadas: 110, 001; 110, 010, 100, 001; 111, 121, 131, 110, 001. Maclas según 101. Exfoliación 001, 100, 010; imperfecta 101.

Los cristales, por lo común, son tabulares y están mal desarrollados y son raros en la naturaleza, pues generalmente está constituyendo masas bacilo-radiales o compactas; incoloras o, lo que es más frecuente, con tonos azulados y rojizos; el brillo es distinto, según en las caras que se observe; craso en las direcciones de exfoliación básica, nacarado en las del braquipinacoide y vítreo en todas las demás superficies. Fractura desigual o concoidea. Dureza 3—3,5; pes. esp. 2,8—3. Birrefringente biáxica con signo positivo; $2V = 71°,5$; $n = 1,576$. Diamagnética.

Resiste mucho al soplete, pero llega a fundirse en esmalte blanco, coloreando la llama de amarillo-rojizo. Si el ensayo se hace sobre el carbón, antes de fundirse se reduce, transformándose en sulfuro cálcico, que se descubre porque si sobre él se agrega ClH se desprende SH^2; con amoníaco en exceso y oxalato amónico da abundante precipitado blanco. Al vidrio de bórax se funde, comunicándole, al enfriarse, coloración amarillenta.

Asociada a la sal gema se halla abundante en las minas de Stassfurth, constituyendo la capa más profunda (región de la anhidrita); asociada al yeso en Suiza, Lombardía, etc.; en la lava volcánica de la isla de Afroesa; en los filones metalíferos de Kapnik; en los depósitos metalíferos (Fahlun), etc. En España se encuentra asociada a la pirita de hierro en Herrerías (Vizcaya), Sierra de los Angeles (Huelva), Santa Elena (Ciudad Real), Motril (Granada).

La anhidrita tiene poco interés industrial; suele emplearse para reemplazar al mármol; es piedra de construcción, y las variedades azules de Volpino se usan en la escultura y preparación de objetos de adorno.

Baritina

Espato pesado.—Fósforo de Bolonia.—Sulfato bárico anhidro. SO^4Ba.

Rómbico. Los cristales son tabulares o prismáticos, según que preponderen los pinacoides o prismas. Son frecuentes las combinaciones 011, 100; 100, 210, 101; 100, 011, 210, 410, 001; 001, 010, 100, 110, 101, 012, 042, 223. Exfoliación

según la base 001 y macrodomo 101. Macla por hemitropía normal al braquipinaco de 010. Son curiosas las agrupaciones regulares paralelas de la figura 8, página 23.

En agregados fibrosos y compactos de fractura concoidea o desigual, color blanco, a veces amarillento, verdoso, azulado y rojo; lustre craso, a veces vítreo y nacarado. Dur. 3; pes. esp. 4,5—4,7. Birrefringente biáxica, signo positivo, siendo la bisectriz aguda perpendicular al 010.

Al dardo del soplete, y sobre el carbón, salta con viveza, pero no se funde, y si lo hace es solamente en los bordes y después de haber actuado mucho tiempo el calor; con el carbonato sódico se funde en masa diáfana en caliente y opaca en frío; en el carbón y mezclado el ensayo con estaño o cianuro potásico, a la llama de reducción, se transforma en sulfuro bárico; este sulfuro bárico es soluble en el ClH con desprendimiento de SH^2; esta disolución produce abundante precipitado blanco con el SO^4H^2, insoluble; si se impregna la anilla del hilo de platino con la *solución clorhídrica* y se pone en la llama del mechero de Bunsen, ésta toma coloración verde amarillenta. Inatacable por el clorhídrico, nítrico y álcalis.

La baritina está muy difundida en la naturaleza, pero ni es elemento de rocas ni aparece, por lo general, formando grandes depósitos; es una de las gangas comunes de los minerales metalíferos (los de plomo, antimonio, plata, mercurio, cobalto, cobre, hierro, y a veces, aunque raro, a los de estaño, como es ejemplo en Schemnitz, Felsobanga, etc.). En Bohemia, Freiberg, Tirol, Mariemberg, Dufton, Westfalia, etcétera. En Bolonia existe una variedad llamada *fósforo de Bolonia* o *piedra de Bolonia*, de estructura fibrosa radiada, que pulverizada y echada sobre las ascuas da débil fosforescencia. En España se encuentra en Almadén (Ciudad Real), Hiendelaencina (Guadalajara), Colmenar Viejo (Madrid), Liébana (Santander), Sierra de Gádor (Almería), Vimbodí (Tarragona), Anglés, Palafrugell (Gerona), Motril (Granada), etc. Se usa en la pintura, en las fundiciones de cobre y para la obtención de sales báricas. Se han descubierto fraudes de harinas de trigo mezcladas con baritina pulverizada.

Celestina.—Sulfato estróncico. SO^4Sr.

Rómbico. Cristales columnares reunidos en drusas, constituídos por las combinaciones 100, 011, 101, 210, 011, 100, 313. Exfoliación perfecta braquidiagonal, poco manifiesta según el macrodomo e imperfecta según el pinacoide básico. Masas testáceas, fibrosas o compactas, incolora, blanca, blanco azulada y a veces rojiza; brillo vítreo o algo anacarado.

Dur. 3,5; pes. esp. 3,0. Signo óptico positivo; bisectriz aguda, normal al macropinacoide.

A la acción del dardo, y sobre el carbón, salta con viveza; después de haber actuado algún tiempo se consigue la fusión y forma glóbulo blanco, en cuyo estado colora el dardo de rojo carmín, por haberse ya transformado el sulfato en sulfuro estróncico. Esta masa con el ClH desprende SH^2, de olor desagradable.

Los yacimientos de la celestina son muy diferentes a los de la baritina; se encuentra en terrenos sedimentarios, acompañando a la sal común, al yeso, caliza y sobre todo al azufre; abundante en los azufrales de Sicilia, en los estratos numulíticos de Mokkatan (Egipto), y rara vez, por excepción, en los filones de Herrengrund. En España se encuentra en Conil (Cádiz), Hellín (Murcia), en los terrenos lacustres de Morón (Sevilla), Sacedón, Molina de Aragón (Guadalajara), Sierra de Gádor (Almería), etc. Se emplea en la obtención de la estroncíana y sus sales.

Anglesita.—Sulfato plúmbico. SO^4Pb. Rómbico. La anglesita de España es rica en formas, y han sido estudiadas por von Lang, Zerrenner, Groth y otros. Exfoliación imperfecta, 110 y 001. Masas compactas o concrecionadas; fractura concoidea; transparente o trasluciente; incolora o blanca, a veces con tono amarillento; brillo vítreo, adamantino o resinoso. Dur. 3,5; pes. esp. 6,29—6,35. Signo óptico positivo. Bisectriz aguda normal a 100.

Con el dardo de oxidación del soplete funde en glóbulo diáfano en caliente, blanco y opaco en frío. Produce botón de Pb y aureola amarilla rojiza de PbO. Soluble, con lentitud, en NO^3H y lejía de potasa. Producto de alteración de la galena, se halla en los filones de este mineral. Monte Poni, Isla Anglesea, etc. En España en Sierra Almagrera, Sierra de Cartagena, Sierra Alhamilla, Linares, Guadalcanal, Mansilla de la Sierra (Logroño), etc., etc.

Crocoita.—*Crocoisa.*—*Plomo rojo.*—Cromato de plomo. CrO^4Pb.

Monoclínico. Exfoliación perfecta según 110, menos fácil según 010 y 100. Cristales con estriaciones longitudinales y agrupados en drusa; color rojo de jacinto; raya amarilla anaranjada; brillo adamantino. Dureza 2,5—3; peso específico 5,9—6,1. Signo óptico positivo. El plano de los ejes ópticos coincide con el clinopinacoide 010.

A la acción del dardo del soplete, y sobre el carbón, se descompone con detonación, formándose aureola de litargirio, amarilla rojiza en caliente y en frío y escoria, sobre la

que se ven corpúsculos de plomo; esta escoria produce en el vidrio de bórax y en llama de oxidación: en caliente coloración amarillo-verdosa, en frío verde amarillento; en llama de reducción, en caliente verde sucio, en frío verde esmeralda. Con el ClH se descompone, dejando residuo de cloruro plúmbico insoluble en el agua fría, soluble en agua hirviendo.

Se encuentra constituyendo filones en la Isla de Luzón (Filipinas), Brasil y en ciertas minas de la Siberia. En España se halla en Linares (Jaén), Garbanzal y Cartagena (Murcia).

Wulfenita.—*Melinosa.*—*Plomo amarillo.*—Molibdato plúmbico. MoO^4Pb. En algunos ejemplares se ha descubierto gran cantidad de calcio, que al estado de molibdato cálcico constituye mezcla isomorfa con el plúmbico; también se ha encontrado el ácido vanádico y crómico, pero éstos siempre en pequeñas cantidades.

Tetragonal. Hemiedria piramidad. Es frecuente la combinación del prisma 110, referible al prisma de tercer orden, con la pirámide 111 y la base 001; así como también 203 con 332. Exfoliación perfecta según 111 e imperfecta según 001. Generalmente en agrupaciones drusiformes o agregados granosos de color amarillo, amarillo gris o anaranjado; lustre adamantino o craso, transparente. Dur. 3; pes. esp. 6,5—6,9. Signo óptico negativo. Sometida al dardo del soplete decrepita y salta con viveza, luego se funde formando aureola amarillo-rojiza en caliente y en frío; deja botón de Pb. El ClH la ataca con precipitación de cloruro plúmbico soluble en agua hirviendo; con el SO^4H^2 produce disolución azul. Yace en los filones metálicos acompañando a otros minerales de plomo. Sajonia, Pensilvania, Méjico, etc. En España en Linares (Jaén), Sierra Nevada, Sierra de Mijas, Cartagena (Murcia), Santa Marta (Badajoz), Losacio (Zamora), Páramo Rico (Navarra).

Wolframita.—*Wolfram.*—Tungstato de hierro y manganeso. WO^4 (Mn Fe).

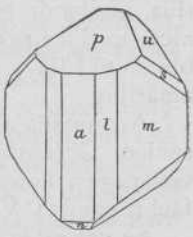


Fig. 94

Monoclínico. Cristales prismáticos (figura 94) formados por p = 001; m = 110; a = 100; l = 210; u = 011; s = 121; n = 102. Exfoliación perfecta según 010. Maclas diversas: unas en las que el plano de macla es el hemiclinodomo 021, y en otras el eje de macla es el vertical cristalográfico, siendo la cara de combinación el ortopinacoide. Generalmente en masas informes de estructura granuda, fibrosa o laminar; color negro o pardo negruzco; raya algo rojiza y lustre adamantino en las caras de exfolia-

ción, craso en todas las demás; fractura desigual. Dur. 5,5; pes. esp. 7,2 — 7,5.

Los ensayos pirognósticos ponen de manifiesto el hierro, manganeso y tungsteno; al dardo del soplete llega a fundirse, después de algún tiempo de actuar, y deja glóbulo de superficie cristalina, que tiene gran acción sobre la aguja magnética; con la sal de fósforo, y en llama de reducción, coloración gris azulada en caliente y azul clara en frío (tungsteno); reducido a polvo pequeña cantidad de mineral, y mezclado con sosa y nitro, produce en la lámina de platino y a la acción del calor coloración verde azulada (manganeso); al vidrio de bórax produce en caliente y en llama de reducción coloración roja, amarilla en frío y en llama de reducción, y en frío coloración verde botella (hierro). Calentado el wolfram, reducido a polvo, con ácido sulfúrico concentrado, produce líquido de color azul; el ClH en caliente forma precipitado amarillo de ácido túngstico soluble en parte en el NH^3.

Yace el wolfram en el terreno arcaico sobre el granito, acompañando al rutilo, molibdenita, casiterita, etc. En España en Santiago, Ribadavia, Puebla de Caramiñal (Galicia), Sierra de Guadarrama (Madrid), Sierra de Gredos (Avila), Trampal, Montánchez, Pedroso y Sierra de Gata (Cáceres), provincias de Salamanca, Segovia, Zamora, etc. De gran importancia industrial, para la fabricación de los famosos aceros volframados de gran tenacidad.

Pecuranita. — *Pechblenda. — Uraninita. — Uranina.* — Uranato de uranilo, Ur^2O^4Ur, ó Ur^2O^3, UrO.

Regular. Cristales raros constituídos por 100, 111 y 110. Casi siempre amorfa; masas compactas o mamelonares; color gris pardusco o negro de pez *(Urano piceo);* lustre craso metaloideo. Dur. 5—6; pes. esp. 6,4—9.

Infusible al soplete, coloreando la llama de verde. Soluble en NO^3H, auxiliado por el calor, produciendo disolución amarilla, pudiendo reconocerse el Ur porque con el sulfuro amónico produce precipitado pardo de sulfuro de uranilo, soluble en el ClH y carbonato amónico. Con el NH^2 precipitado amarillo.

Acompaña a los minerales de cobalto, plata, cobre y arsénico. Cornouailles, Bohemia, etc. En España se halla en Galapagar, Torrelodones, Colmenar Viejo (Madrid), San Rafael (Segovia), Valencia de Alcántara (Cáceres).

Se usa en la preparación de los compuestos de urano, en la fabricación de esmaltes, y de importancia científica por llevar en su composición substancias radioactivas.

En esta especie fué hallado el **radio** y demás elementos

radioactivos primeramente estudiados; se comprenderá su enorme importancia histórica.

Alunita.—*Piedra del alumbre.*—Sulfato alumínico potásico básico. $(SO^4)^2$ (Al, 2 HO)^{3}Ka.

En la alunita de Mazarrón (Murcia) parte del aluminio está sustituído por el hierro.

Exagonal romboédrico. Rara vez se presenta cristalizada; frecuente en masas compactas de aspecto lapídeo o terrosa; fractura desigual o algo concoidea, color amarillento o rojizo, a veces incolora y con brillo vítreo o nacarado. Dur. 3; pes. esp. 2,5—2,7. Birrefringente con signo positivo. Al calor pierde agua, desprendiendo toda y parte del ácido sulfúrico a la temperatura del rojo, pero no se funde; si sobre el ensayo, después de haber sido calcinado, se agrega una gota de solución normal de nitrato cobaltoso, al soplete toma coloración azul. La alunita de España, sobre todo la que yace en el terreno andesítico de Mazarrón (Murcia), al ser sometida al calor desprende agua y adquiere color rojo, no pudiéndose, por lo tanto, investigar la alúmina por el nitrato cobaltoso; para reconocer la alúmina se calcina el mineral separando el sulfato doble con el agua caliente; en la disolución se investiga la alúmina con la potasa, que da precipitado blanco de hidrato alumínico soluble en exceso de reactivo y que reaparece con el cloruro amónico. La coloración roja que toma la alunita al ser calentada es debida al Fe^2O^3 (*almazarrón*) que tiene en mezcla, y procede de la descomposición del SO^4Fe.

Yace en el terreno volcánico junto a los detritus de piedra pómez y rocas traquitas, formando vetas o masas; la *alunita* es mineral formado a expensas de las rocas feldespáticas cuando sobre ellas actúa SO^4H^2 procedente de la oxidación e hidratación del anhídrido sulfuroso desprendido en las sulfataras o azufrales o en las erupciones volcánicas. Pozzuoli, Tolfa (Italia). En España es abundante en el triásico de Mazarrón (Murcia), conocida con los nombres de *tierra de Mazarrón*, *tierra alumbrosa;* aunque en menor cantidad existe en varios puntos de la provincia de Teruel (Ariño y Alcañiz).

Es mineral de gran importancia por ser la primera materia para la obtención industrial del *alumbre potásico;* se calcina la tierra alumbrosa y se somete, después de reducida a polvo, a la lixiviación en agua caliente; filtrada la disolución y concentrada se deja en reposo para que cristalice el sulfato alumínico potásico hidratado o *alumbre.* Mazarrón es de los centros fabriles de alumbre de mayor importancia; basta decir que allí se preparan anualmente más de 200 toneladas. El residuo rojo Fe^2O^3, o *almazarrón,* se usa en pintura.

Mirabilita.—*Sal de Glaubero; sal admirable; exantalosa; exantalita.* — Sulfato sódico hidratado. $SO^4Na^2 + 10\ H^2O$.

Fig. 95

Monoclínico. La forma característica está formada por la combinación 111, 110, 011, 101, y los tres pinacoides 100, 010, 001. Exfoliación ortodiagonal muy perfecta. En eflorescencias o costras blanquecinas, incolora cuando está cristalizada; fractura concoidea. Dur. 1—2; pes. esp. 1,5. Soluble en el agua, sabor salado fresco. Signo óptico negativo, bisectriz aguda normal al clinopinacoide 010.

A la acción del calor, en tubo de ensayo, sufre la fusión acuosa, haciéndolo también al dardo, al que colorea de amarillo intenso; a la temperatura del rojo sufre la fusión ígnea.

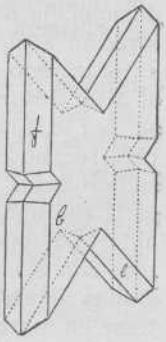


Fig. 96

En las aguas del mar y en las minero-medicinales salinas; aparece también en las traquitas alteradas de la sulfatara de Pouzzole, en las lavas del Vesubio, en las minas de sal de Ausse, etc. En España aparece cristalizada en ciertas salinas abandonadas de Asturias, en el terciario lacustre de Aranjuez (Madrid), intercalada en la marga y yeso. Cabezón de la Sal (Santander), Calatayud (Zaragoza), Belinchón (Cuenca), Cervera y Lérida (Cataluña), Andosilla (Navarra), etc.

La mirabilita tiene importancia como purgante, y en la industria para la obtención de la sosa y preparación del vidrio.

Yeso

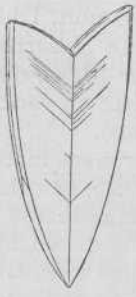


Fig. 97

Selenita.—*Espejuelo.*— Sulfato cálcico hidratado $SO^4Ca + 2\ H^2O$. Monoclínico. Cristales tabulares, a veces prismáticos por preponderancia del clinopinacoide 010 y prisma 110 (fig. 95).

Maclas según 100, por hemitropia (fig. 96), o según 101 (fig. 97), siendo 001 : 101=118°,35′; esta macla recibe el nombre de *yeso en flecha.*

Exfoliación perfecta según 010. Masas hojosas laminares *(selenita)*, sacaroideas *(alabastro yesoso)*, fibrosa, compacta y terrosa. Color blanco o blanco amarillento por la presencia de compuestos de hierro,

a veces incoloro; lustre nacarado, vítreo o sedoso, según las caras de exfoliación, pero siempre el primero aparece dominando sobre los demás. Fractura concoidea desigual o astillosa; las láminas de yeso obtenidas por exfoliación son flexibles, excepción hecha de la de los yesos de Montmartre, que son frágiles. Dur. 2; pes. esp. 2,2 — 5,4. Birrefringente con signo negativo, originando en el conoscopio vivos colores de polarización; a medida que la temperatura aumenta el ángulo de los ejes ópticos va decreciendo, haciéndose nulo a los 80° en que el plano se hace normal al clinopinacoide 010.

El yeso tiene ligero sabor amargo poco perceptible; algo soluble en el agua, siendo el mineral que establece anillo de transición entre los solubles e insolubles; a la temperatura de 38° un litro de agua disuelve 2,14 gramos de yeso; más fácilmente soluble en el agua acidulada con SO^4H^2, o ClH; las soluciones acuosas calentadas se enturbian por precipitación de materia. A la acción del calor, y a los 120°, pierde las dos moléculas de agua de cristalización y se pone blanco; si la temperatura no se ha elevado más de la indicada, colocado en el agua vuelve a tomarla; pero en el caso contrario forma con ella una papilla que al poco tiempo se convierte en masa dura constituída por pequeños cristales entrecruzados. Al dardo del soplete pierde pronto el agua, se exfolia y llega a fundirse en esmalte blanco de reacción alcalina; si el dardo actúa con llama de reducción y el ensayo está en la cavidad del carbón, entonces se transforma en sulfuro, reconociéndose, porque con el ClH desprende SH^2; convertido el yeso de este modo en cloruro cálcico, comunica a la llama color rojo amarillento. Atacable con mucha dificultad por los ácidos, siéndolo fácilmente por la solución de carbonato potásico, auxiliada por el calor.

El yeso se encuentra en los terrenos sedimentarios, acompañando a otras substancias que los antiguos mares juntamente depositaron; forma grandes extensiones de terreno, sobre todo constituyendo el piso inferior del terciario, alternando con capas arcillosas y de caliza, como es ejemplo la de Montmartre, próximo a París, en donde se han descubierto gran cantidad de fósiles de mamíferos. En los depósitos de sal común, en Wieliczka; acompañando a la pirita de hierro en los filones metalíferos en pequeñas cantidades; en los volcanes (Vesubio); en depósitos independientes sin mostrar señales de estratificación, o cuando más con pequeñas capas de sal común (Segeberg); en areniscas y pizarras arcillosas antiguas acompañado del azufre (Austria); en pizarras cristalinas (Suiza); en formaciones triásicas (Alemania y en los Alpes).

Disuelto en las aguas llamadas *selenitosas*, y aunque en pequeña cantidad, relativamente, en las aguas del mar. En España existe en todas las provincias, siendo las formaciones más notables las siguientes: La Mancha, Madrid y Valladolid, que son formaciones terciarias; Tarragona, Albacete y Castellón, en donde aparece relacionado con el triásico; sobre la creta se observa gran cantidad en Sepúlveda (Segovia); el alabastro yesoso se encuentra en las formaciones terciarias de Niñerola (Valencia), Cogolludo (Guadalajara); el yeso hojoso abunda en el Canal de Manzanares, Montarco, Cerro Negro unido al fibroso (Madrid), y en la Isla de León (Cádiz); a más de las localidades citadas, merecen ser mencionadas las de Molina de Aragón (Guadalajara), Archena (Murcia), Jiloca (Zaragoza), Híjar (Teruel), Frailes (Jaén), Pulpi (Almería), en cuya localidad hay hermosos ejemplares cristalizados; provincias de Toledo, Salamanca, etc., etc.

Es el yeso mineral de gran utilidad para el hombre; calcinado se emplea para la construcción y en el modelado, así como también en los estucados de las habitaciones, para lo cual apagan el yeso calcinado con agua de cola para que adquiera gran dureza y sea susceptible de pulimentación; cuando se emplea la disolución de alumbre al 12 por 100, recibe el nombre de *yeso alumbrado*, que se destina al mismo objeto, sobre todo cuando se usan materias colorantes, óxidos metálicos, para que los estucos imiten mármoles; el alabastro, que es susceptible de pulimentación, así como el fibroso, lo usan para preparar figuras de ornamentación; el laminar lo emplearon en sustitución de los vidrios, aunque tiene el inconveniente de empañarse después de algún tiempo en contacto del aire. Tiene importancia en la agricultura, siendo excelente abono para las tierras no cálidas y humíferas, sobre todo en la preparación de los prados artificiales, en que se han de sembrar planta forrajeras de la familia Papilionáceas: puesto que influye de manera notable en las reacciones químicas que se verifican con el mantillo, contribuyendo a la transformación del carbonato potásico en sulfato potásico, siendo esta substancia más fácilmente asimilable por la raíz de los vegetales. Sirve para la preparación de algunos esmaltes, y es una de las substancias con las que fabrican la porcelana. En farmacia y medicina se usó como substancia refrigerante, astringente, dentífrico y excitante; puede emplearse como absorbente y tiene actual uso como reactivo; para fijar y dar resistencia a los vendajes en las operaciones quirúrgicas, y, sobre todo, desde el punto de vista químico industrial como filtro para hacer pasar a través de él los líquidos acuosos amoniacales

(carbonato amónico) procedente de la destilación seca de las materias orgánicas; el objeto de esta filtración es formar sulfato amónico para que después, mezclado con cloruro sódico, dé por sublimación cloruro amónico y residuo del sulfato sódico aprovechable para la obtención de la sosa cáustica, tan usada en la preparación de jabones y otros productos industriales.

Epsomita

Sal de Epson, sal purgante, sal de la Higuera, sal de Calatayud, sal catártica, sal amarga.—Sulfato magnético hidratado con siete moléculas de agua. $SO^4Mg + 7H^2O$.

Rómbico. Dos son las formas frecuentes: 111, 110, y la hemimórfica 112, 110 (fig. 98), a veces con el braquipinacoide 010. Exfoliación según 010 perfecta. Masas hojosas o pulverulentas cuando está eflorescida; cristalinas, límpidas, transparentes; fibras sedosas o largos prismas rómbicos que aparecen en las cuevas arcillosas del terreno yesoso de Calatayud. Sabor amargo, soluble en el agua, insoluble en el alcohol. Dureza 2,5; pes. esp. 1,7—1,8. Birrefringente biáxica con signo negativo.

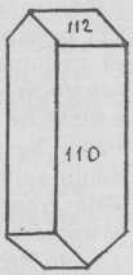


Fig. 98

Al calor, en tubo de ensayo, pierde el agua de cristalización, reteniendo una molécula a la temperatura de 132°, que pierde a 210°, quedando anhidra; si la temperatura se eleva hasta el rojo, en cucharilla de platino, se funde y llega más tarde a descomponerse, desprendiendo anhídrido sulfúrico SO^3, dejando óxido magnésico MgO; en llama de oxidación, y con la solución normal de nitrato cobaltoso, produce coloración cárnea algo rosada. Disuelta en agua se ponen de manifiesto sus componentes; con la solución de cloruro bárico da precipitado blanco insoluble en el nítrico, clorhídrico y álcalis; con la potasa da precipitado blanco de hidrato magnésico; con el ortofosfato sódico, y en presencia del amoníaco, produce precipitado cristalino de fosfato magnésico amónico, cuyo precipitado se favorece por agitación con una varilla.

Yace en las cuevas yesosas de Montmartre (París), en estalactitas (Hungría), disuelta en las aguas del mar, en los manantiales de Epsom (Inglaterra), etc. En España en las cuevas de arcillas margosas de Calatayud (Aragón), Tembleque (Toledo), en las aguas de Higuera (Albacete), en la fuente *Capa Negra*, próxima a Vaciamadrid (Madrid), Hellín (Murcia), etc.

Como la epsomita natural se presenta, relativamente, en pequeña cantidad para poder proveer al comercio, so pena se evaporasen las aguas que la contienen, es indispensable obtenerla por sulfatación de los esquistos magnesianos mediante ligera calcinación y exposición al aire, único procedimiento industrial, y, por lo tanto, nada dispendioso. El sulfato magnésico del comercio suele estar impurificado con otras substancias: *sulfatos de hierro, cobre, cálcico, potásico, cloruro potásico, sódico*, etc., etc.; ha de ser completamente soluble en el agua fría e hirviendo *(ausencia de substancias insolubles);* la solución no ha de alterar el color azul del papel de tornasol (*ausencia de álcalis y ácidos);* con cloruro amónico y amoníaco no ha de producir precipitado (*ausencia de alúmina)*; no ha de producir precipitado blanco cuajoso con el nitrato argéntico (*ausencia de cloruros);* con el SH^2 no ha de haber precipitado (*ausencia de plomo y cobre);* no ha de haber precipitado con el ácido tánico *(ausencia de hierro);* con el carbonato amónico no debe producir precipitado alguno *(ausencia de compuesto cálcico);* precipitada la solución por exceso de agua de barita, filtrando el producto después de haber hervido el líquido resultante sometido a la acción del ácido sulfúrico y vuelto a filtrar, por evaporación no debe dejar residuo alguno *(ausencia del sulfato sódico y potásico)*; si aparece este residuo alcalino, no debe exceder de 1 por 100.

No debe intentarse la purificación completa de la epsomita porque es difícil, y, sobre todo, muy dispendiosa; basta, así lo propone el código de medicamentos español, disolverla para quitar las materias insolubles y evaporar para que cristalice, y así destinarla a los usos farmacéuticos y médicos.

Tiene uso para la preparación de la *magnesia* y *carbonato magnésico;* en medicina es muy usada por su acción purgante, siendo una de las substancias que dan importancia a las aguas minero-medicinales sulfatado-magnésicas. Es el purgante salino más usado.

VITRIOLOS

Se denominan *vitriolos*, en Mineralogía, varios sulfatos metálicos hidratados; de todos ellos, los vitriolos medicinales son el de cinc *(goslarita)*, de hierro *(melanterita)* y de cobre *(cianosa)*. También llevan el nombre comercial de *caparrosa* blanca, verde y azul, respectivamente.

Goslarita

Vitriolo blanco, caparrosa blanca, vitriolo de Goslard, polvos de San Antonio. — Sulfato cíncico hidratado con siete moléculas de agua. $SO^4Zn + 7H^2O$.

Rómbico. Los cristales están formados por el prisma 110 y la pirámide 111, ésta con carácter hemiédrico. Exfoliación 010 perfecta. Comúnmente en masas estalactíticas, granosas o arriñonadas, de color blanco grisáceo o incoloro. Dur. 2; pes. esp., 2—2,1. Birrefringente biáxica con signo negativo; bisectriz aguda normal a 010. Soluble en el agua; sabor estíptico desagradable; eflorescente. Al calor en tubo de ensayo desprende agua, perdiendo a los 100° seis moléculas de H^2O, desprendiendo la restante a los 238°. Mezclada con carbonato sódico al dardo de reducción del soplete y sobre el carbón se descompone, produciendo aureola amarillenta en caliente y blanca en frío de óxido de cinc, que con la solución normal de nitrato cobaltoso produce coloración verde prado característica.

La solución de goslarita da precipitado blanco con el cloruro bárico insoluble en los ácidos y álcalis; asimismo da precipitado blanco con el sulfuro amónico, y con los álcalis precipitado blanco gelatinoso.

Se encuentra cristalizada en las galerías de las minas de blenda, por donde corre el agua que la trae en solución. Rammelsberg (Hungría). Ha sido recogida por mí formando polvo blanquecino sobre una baritina con chispitas de blenda en la mina *Pepita*, de Motril (Granada). Está citada en Peñaflor (Sevilla), Segura (Murcia), Oyarzun (Guipúzcoa).

El sulfato de cinc natural es escaso; hay que obtenerlo artificialmente, y se consigue tostando el sulfuro de cinc y exponiéndolo al aire para que por oxidación e hidratación pase a sulfato hidratado; pero como la blenda va acompañada de la pirita de hierro, sobre todo si es la sacada de la mina de Rammelsberg, que la benefician en Goslard, hay necesidad de separar del sulfato cíncico el sulfato de hierro que juntamente se formó, para lo cual, después de haberlos extraído de la masa compleja por lixiviación, se somete la mezcla de los dos sulfatos a la acción del calor en aparato destilatorio; el sulfato ferroso se descompone $2SO^4Fe = Fe^2O^3 + SO^2 + SO^3$; el anhídrido sulfúrico se recoge al estado de ácido sulfúrico, si se colocó agua en el condensador, o al estado de *ácido sulfúrico fumante* si se colocó ácido sulfúrico, quedando en la caldera óxido férrico y sulfato cíncico, fácilmente separables

por el agua, pues el óxido es insoluble; se filtra la solución y por concentración se obtienen cristales, que es como generalmente se encuentra en el comercio, o se apura más la concentración para obtenerlo en masa. Pero como el sulfato de cinc obtenido por este procedimiento contiene siempre sulfato ferroso, que no se descompuso—a menos de haber prolongado mucho la calcinación, en cuyo caso habría pérdida de producto, porque también se descompone algo el sulfato de cinc—, el vitriolo comercial, al cabo de algún tiempo, toma coloración amarillenta por sobreoxidación del hierro.

El sulfato de cinc debe conducirse negativamente con los siguientes reactivos: disuelto en agua no ha de precipitar con el hidrógeno sulfurado después de haber acidulado la solución con ácido clorhídrico *(carencia del arsénico, cobre, plomo)*; no ha de precipitar con el nitrato argéntico *(ausencia de cloruros)*; con el carbonato amónico dará precipitado blanco soluble en exceso de reactivo, y así debe quedar por algún tiempo (*ausencia de sales de hierro, alúmina, cal, magnesia*, etcétera). El ensayo más importante que hay que hacer si se destina el vitriolo al uso medicinal, es reconocer si existe *ácido sulfúrico libre*, siendo ineludible en todos los casos, pero sobre todo si se destina a la preparación de colirios; para hacer esta investigación se toma pequeña cantidad de sulfato y se agita con alcohol absoluto en tubo de ensayo, se filtra, y el líquido filtrado, diluído en *agua destilada*, no ha de dar precipitado con el cloruro bárico *(ausencia de ácido sulfúrico libre)*; este procedimiento se funda en el hecho de que el sulfato es insoluble en el alcohol, siéndolo el ácido sulfúrico libre. El sulfato de cinc que procede del residuo de la obtención del hidrógeno suele tener SO^4H^2 libre.

De los procedimientos de purificación, el mejor de todos y el recomendable para usarlo en los laboratorios es el que consiste en precipitar el plomo, cobre y arsénico por el ácido sulfúrico muy diluído y el cinc en exceso, auxiliados por el calor, transformando luego la sal ferrosa en férrica por medio del cloro, separándolos después por ebullición con hidrocarbonato cíncico básico.

Se usa como astringente escarótico, y secante al exterior; al interior por su acción emética. Es un excelente colirio.

Melanterita

Melanteria.—Vitriolo verde, caparrosa, caparrosa verde. Sulfato ferroso hidratado. $SO^4Fe + 7H^2O$.

Monoclínico.—Los cristales están formados según estas

dos combinaciones: 110, 001; 110, 111, 101, 011, 001. Exfoliación perfecta según la base 001; imperfecta según el prisma 110. Frecuentemente en eflorescencias o en masas racimosas y estalactíticas de coloración verde, aunque comúnmente recubiertas por capa blanca o blanco amarillenta como producto de alteración, pues es mineral eflorescente. Dur. 2; peso esp., 1,8—1,9. Signo positivo. Sabor estíptico parecido al de la tinta; soluble en el agua; 1 gramo necesita 8 de agua a 15°.

Al calor sufre la fusión acuosa, perdiendo 6 moléculas de agua a los 100°, y la restante a los 300°; queda anhidra, de color blanco y algo delicuescente; si la temperatura sigue actuando y llega al rojo entonces se descompone, desprendiendo anhídrido sulfúrico, dejando residuo de óxido férrico $2SO^4Fe = SO^2 + SO^3 + Fe^2O^3$. Disuelto en agua puede apreciarse: el ácido sulfúrico, porque con el cloruro bárico da precipitado blanco insoluble en los ácidos, y el hierro, porque con el ferricianuro potásico da precipitado azul.

La melanteria es producto resultante de la oxidación e hidratación de la pirita de hierro, por lo cual aparece en forma de eflorescencias sobre la pirita o sobre los esquistos arcillosos; también se encuentra como producto de alteración de la calcopirita, y con mucha frecuencia sobre la pirita blanca que se halla en el lignito. Hungría, Baviera, etc.

En España es bastante frecuente en las minas de Bilbao, donde forma especies de filamentos entretejidos; en Ríotinto, con la forma de eflorescencias y estalactitas. Guadalcanal (Sevilla), Bosots (Gerona), Fuensanta (Asturias), El Muyo (Segovia), etc.

El sulfato ferroso que se encuentra en el comercio es obtenido artificialmente, ya como producto secundario en la preparación del azufre de las piritas, o tostando éstas o los esquistos piritosos para que se hidraten y oxiden en contacto de la atmósfera; para acelerar la oxidación e hidratación suelen rociar con agua de vez en cuando los montones de esquistos tostados; por lixiviación se separan las substancias solubles de las insolubles; en la solución se introduce hierro metálico para destruir el sulfato cúprico que siempre existe, porque en los esquistos hubo calcopirita, y para hacer pasar a caparrosa el *sulfato de hierro incristalizable (subsulfato férrico);* filtrada la solución se condensa para que cristalice.

La caparrosa comercial, la que procede de los esquistos piritosos, es siempre impura, por cuya razón hay que verificar el examen químico; contiene, generalmente, *ácido sulfú-*

rico libre, *sulfato cúprico, férrico, cíncico, cálcico*, etc., y *anhidrido arsenioso*. Para reconocer estas substancias se verificarán los ensayos siguientes: agitado con alcohol absoluto, filtrado el líquido y diluído en agua destilada, no ha de producir precipitado con el cloruro bárico, ni ha de enrojecer el papel azul de tornasol (*carencia de ácido sulfúrico libre*); disuelto en agua destilada y acidulada la solución con ClH no ha de producir precipitado con el SH^2 (*ausencia de cobre y arsénico*); aunque no contenga estas substancias suele ponerse blanquecino, porque difícilmente está exento de *sal férrica;* disuelto en agua destilada debe producir con el sulfocianuro potásico débil coloración roja; si fuera intensa es que existe mayor cantidad de la tolerable de *sal férrica;* disuelta la caparrosa en agua destilada y acidulada con NO^3H, se somete a la acción del calor hasta obtención de residuo; disuelto este residuo en agua, tratado por NH^3 en exceso para que precipite, el líquido filtrado no ha de dejar residuo alguno por evaporación a sequedad hasta el rojo vivo, ni ha de producir precipitado con el sulfuro amónico (*carencia de sulfato cálcico, magnésico, cíncico, alumínico, sódico*, etc.).

La purificación es dispendiosa, y sólo es recomendable extraer el *cobre* por las limaduras de hierro y proceder luego a cristalizaciones repetidas, con lo cual puede destinarse a los usos de laboratorios y medicinales si es que no contenía *arsénico*, *cinc* o *alúmina*, en cuyo caso hay que desecharlo por inservible para los usos medicinales.

Se usa para la preparación de tintes (si no tiene cobre), para la confección de la antigua tinta de escribir; en los laboratorios se usa para la preparación del ácido sulfúrico fumante, óxido férrico, y en medicina como tónico y astringente, siendo parte esencial de distintos preparados.

Calcantita

Vitriolo azul, caparrosa azul, piedra lipis, cianosa.—Sulfato cúprico hidratado con cinco meléculas de agua. $SO^4Cu + 5H^2O$.

Triclínico. Los cristales naturales están mal definidos; los obtenidos artificialmente están formados por la combinación $1\bar{1}0$, $2\bar{1}0$, $1\bar{1}1$, $12\bar{1}$, 100, 010 (fig. 99). Sin exfoliación franca; sólo existe una imperfecta en dirección de las caras prismáticas. Eflorescencias o agregados estalactíticos; fractura desigual o concoidea; color azul celeste o azul más obscuro, a veces con color blanquecino, debido a la deshidratación,

pues pierde fácilmente 2 moléculas de H^2O. Dur. 2,5; peso especifico 2,2—2,3. Birrefringente biáxica negativa. Soluble en el agua, más en caliente que en frío; 1 gramo necesita 2,6 de H^2O a 20°, y a 100° solamente 0,5; sabor especial estíptico, algo metálico. Al calor se funde en su agua de cristalización; a los 100° pierde 4 moléculas de H^2O, y la restante a los 230°, quedando anhidra, muy delicuescente y de color blanco; al carbón, mezclada con carbonato sódico y en la llama de reducción, llega a descomponerse, dejando cobre metálico. Disuelto en agua precipita en blanco con el cloruro bárico (sulfato), y con el ferrocianuro potásico precipitado color castaña (sales cúpricas); con el amoníaco precipitado verde, que con más NH^3 se disuelve y toma color azul. Es producto de descomposición de la pirita de cobre. Ríotinto (Huelva), Campolara (Burgos), etc.

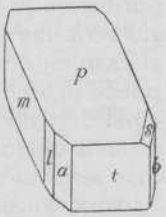


Fig. 99

El sulfato cúprico del comercio es obtenido industrialmente por varios procedimientos: bien tostando las piritas de cobre, o como producto secundario resultante de beneficiar los minerales argénticos empleando los procedimientos *Sajón* o de *Freiberg;* también se obtiene con cobre viejo y azufre, y tostación del sulfuro resultante. En los laboratorios se aprovecha como producto secundario en la obtención del SO^2 mediante el cobre y ácido sulfúrico.

Pueden impurificar la cianosa del comercio varias substancias, siendo las más comunes los *sulfatos de hierro, cinc, alumínico* y *alcalinos;* si es puro ha de ser completamente soluble en el agua destilada, y la solución acidulada con SO^4H^2 y precipitado el cobre por la corriente de SH^2 hasta que el ferrocianuro potásico no le acuse en la solución; filtrada para separar el precipitado y evaporada a sequedad, no ha de dejar residuo alguno; si deja residuo puede investigarse su naturaleza siguiendo el procedimiento general de análisis. Lo que más interés tiene es reconocer si existe *ácido sulfúrico libre* y los sulfatos de *cinc* y *hierro;* agitado el ensayo con alcohol absoluto, éste, después de filtrado y diluído en H^2O destilada, no ha de precipitar con el cloruro bárico *(carencia de ácido sulfúrico libre);* disuelto en agua destilada y mezclada esta solución con el agua de cloro, se agrega NH^3 en exceso, y luego se filtra el líquido lavando el residuo con agua alcalinizada con amoníaco; no debe aparecer residuo de color rojizo *(ausencia de sulfato ferroso);* la solución del ensayo se trata por la potasa en exceso para precipitar todo el cobre al estado de hidrato cúprico, el que se separa por filtración; el

líquido filtrado no ha de dar precipitado blanco con el sulfuro amónico *(ausencia de sulfato cíncico)*.

El sulfato cúprico que se ha de destinar a las operaciones químicas y a los usos medicinales ha de ser puro; pero para purificarle es necesario que no tenga *cinc*, pues de lo contrario sería muy cara la operación. En el caso favorable de que el examen químico no revele la presencia del sulfato cíncico, puede procederse a la purificación; ésta tiene por objeto principal destruir el sulfato de hierro que constantemente tiene la cianosa obtenida en la industria. El procedimiento mejor y más sencillo es el adoptado por el distinguido químico doctor Sádaba: consiste en disolver el sulfato cúprico impuro en dos veces su peso de agua hirviendo; añadir 5 por 100 de ácido nítrico concentrado y hervir el complejo por espacio de un cuarto de hora para que el sulfato ferroso se transforme totalmente en sulfato férrico; se agrega solución de hidrato cúprico recién obtenido y se sigue calentando la solución, en cuyo caso precipita todo el hierro al estado de hidrato, según expresa la siguiente reacción química: $(SO^4)^3F^2 + 3\ Cu\ (OH)^2 = = 3\ SO^4Cu + Fe^2(OH)^6$; se filtra el líquido y concentra para que cristalice la sal, en cuyo estado, después de desecados los cristales, puede reponerse.

La cianosa es mineral de gran importancia; se usa para la preparación de tintes; se usa en la galvanoplastia; para destruir las esporas de los hongos parásitos de los cereales, viñedos y árboles frutales; en química para la obtención de sales de cobre y como reactivo; en medicina por su acción intensamente antiséptica y cáustica.

ALUMBRES

Se denominan en química con el nombre de *alumbres* a los sulfatos dobles de metales exavalentes y monovalentes, hidratados con 24 moléculas de agua y cristalizados en el sistema regular. Así se dividen en alumbres alumínicos, crómicos y mangánicos, atendiendo al metal exavalente. En mineralogía sólo se estudian los alumbres *alumínicos*—los verdaderos alumbres—y de ellos el potásico, sódico y amónico, que forman serie isomorfa de tercer grado. En teoría, y en la práctica química, se comprenden y estudian los alumbres de rubidio, cesio, tálico y argéntico.

Kalinita

Alumbre, alumbre potásico.—Sulfato alumínico potásico hidratado. $(SO^4)^3\ Al^2,\ SO^4K^2 + 24\ H^2O$.

Regular. Las formas que puede presentar son: el octaedro 111 (fig. 100) perfectamente determinado; el 111 en combinación con el exaedro 100; el 111 con el rombododecaedro 110 y el 100. Hay cristalógrafos que consideran a estos cristales formas hemiédricas piritoédricas; y, en efecto, corroyendo con agua las caras del octaedro, observó Brewster figuras que correspondían a la hemiedria piritoédrica; cristalizando Weber el alumbre en agua acidulada con ácido clorhídrico, halló la formación de caras piritoédricas, por cuya razón consideran al alumbre potásico hemiédrico piritoédrico; ahora bien, la simetría externa de los escasos cristales *naturales* obedece a las formas primeramente indicadas, con predominio de caras octaédricas.

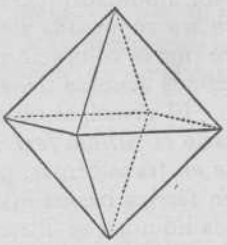


Fig. 100

Cuando se presenta cristalizado es transparente; generalmente aparece en eflorescencias blanquecinas de sabor astringente intenso; poco soluble en el agua fría, mucho en la caliente; a 10° disuelve 100 partes de agua, 9,52 de alumbre; mientras que a 100° disuelve 357. A la acción del calor comienza por hincharse, desprendiendo agua, y a los 92° sufre la fusión acuosa; si la temperatura se eleva al rojo pierde las 24 moléculas de agua, llegando a descomponerse desprendiendo oxígeno y anhídrido sulfuroso, y deja residuo de sulfato potásico y *alúmina;* si sobre este residuo se agrega una gota de solución normal de nitrato de cobalto, calentando y luego dejándolo enfriar, toma el ensayo coloración azul característica.

Yace en los esquistos y pizarras arcillosas, sobre todo en las que tienen en mezcla piritas de hierro; en los cráteres de los volcanes, en las sulfataras y en algunos depósitos carboníferos incendiados. Hungría, Italia, etc. En España se encuentra en Mazarrón (Murcia), relacionada con la *alunita;* en Alcañiz (Teruel) y San Clemente de Llobregat (Cataluña).

El alumbre que se halla en el comercio procede de la *alunita;* difícilmente el alumbre comercial está exento de substancias extrañas que lo impurifican; generalmente contiene *sulfatos alumínicos básicos*, compuestos *sódico*, *amónico*, *cál-*

cico, magnesico, ferroso o *férrico, cúprico, plúmbico, cincico*, etc. El alumbre ha de ser completamente soluble en el agua hirviendo *(ausencia de substancias insolubles);* disuelto en agua y acidulada con ClH no ha de precipitar con la corriente de SH^2 *(carencia de arsénico, plomo y cobre);* no ha de precipitar ni dar coloración con el ferro y ferricianuro potásico *(ausencia de compuestos ferrosos y férricos);* la solución alcalinizada con NH^3 no ha de dar precipitado blanco *(ausencia de cinc);* calentado el alumbre con potasa no debe desprender olor amoniacal *(carencia de alumbre amónico);* el compuesto *sódico* acompaña siempre al alumbre comercial, y se reconoce por la coloración amarilla de la llama o porque sus disoluciones acuosas tienen menos densidad.

El principal objeto de la purificación del alumbre es quitarle el *sulfato ferroso*, que casi siempre le acompaña; consiste en transformar, por medio del ácido nítrico, la sal ferrosa en férrica básica insoluble, auxiliando la acción por el calor; los líquidos se filtran y concentran para que cristalice el alumbre. El alumbre tiene gran importancia en tintorería, usándolo como mordiente, en la preparación de lacas colorantes, para el curtido de las pieles, en la fabricación de papel, etc. En medicina se usa por su acción astringente y escarótica.

Mendozita. — *Alumbre sódico.* — $(SO^4)^3Al^2$, SO^4Na^2 + + 24 H^2O. Regular. Masas fibrosas delicuescentes, solubles en el agua; sabor astringente muy marcado. Dur. 3; peso específico 1,8. Al dardo del soplete desprende agua en abundancia, sufriendo la fusión acuosa y colorea la llama de amarillo; sobre el carbón, y a la temperatura del rojo, se descompone y produce, con la solución normal de nitrato de cobalto, la reacción de la alúmina. Existe mezclado con el alumbre potásico. En agregados fibrosos se encuentra en San Juan (Buenos Aires).

Tschermigita. — *Alumbre amonico.* — $(SO^4)^3Al^2$, $SO^4(NH^4)^2$ + 24 H^2O. Regular. En masa o fibras alargadas, a veces dendrítico, de color blanquecino o incoloro y brillo vítreo; soluble en el agua, sabor astringente. Dur. 1 — 2; peso específico 1,5. Al calor desprende agua, produciéndose aumento de volumen en la masa y sufre la fusión acuosa. Si se mezcla el alumbre amónico con potasa o carbonato potásico y se somete al calor se desprende amoníaco, característico por el olor. Los yacimientos de la tschermigita son: en los cráteres de los volcanes (Etna), en los lignitos y depósitos hullíferos, Tschermirg (Bohemia), y en las sulfataras de Pozzuoli (Italia).

BIBLIOTECA
DEL
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

VII.—BORATOS (Aluminatos, Ferritos, etc. / Arsenitos.) ANTIMONITOS

Los boratos, aluminatos, etc., corresponden a los ácidos BO^3H^3, SbO^3H^3, etc., y principalmente a los BO(OH), AlO(OH), FeO(OH), AsO(OH), SbO(OH). Frecuentes los poliboratos, resultantes de la condensación de moléculas de BO^3H^3 con separación de H^2O.

Espinela

Rubí.—Aluminato magnésico. AlO(O) — Mg — (O)OAl o Al^2O^4Mg, u óxido alumínico magnésico. Al^2O^3MgO. Parte de Al^2O^3 suele estar sustituído por Fe^2O^3 y el MgO por FeO.

Regular. Frecuente y característico el 111; a veces combinado con el 100, 110 y 311. Exfoliación según 111. Macla de dos 111 según cara del 111 ó *macla de las espinelas* (fig. 101); rara según 100 ó 110 en agrupaciones polisintéticas.

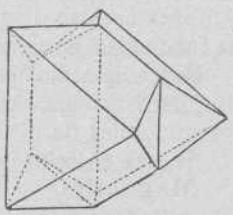


Fig. 101

Fractura concoidea; color distinto según las variedades; brillo vítreo. Dur. 8; pes. 3,5 — 4,1. Infusible al soplete; inatacable por los ácidos; la variedad roja al calor se vuelve verde y luego incolora; pero por enfriamiento adquiere otra vez el color primitivo; con el nitrato cobaltoso adquiere, mediante el dardo del soplete, coloración azul característica de la alúmina, si antes se calcinó fuertemente el mineral con bisulfato potásico y no contiene Fe el mineral.

La espinela presenta las siguientes variedades: *Rubí, rubí espinela, espinela noble*, color rojo vivo; *Rubí balaje*, color rosado; *Cloroespinela*, verde prado; *Rubicela*, amarillo áureo; *Rubí almandina* o *espinela almandina*, azul rojizo; *Ceilanita*, azul verdosa o pardusca; *Pleonasto, picotita;* algunos consideran esta variedad especie de *ceilanita;* sin embargo, con el nombre de *pleonasto* conocen la generalidad de los autores la espinela negra. Los colores que presenta la espinela son debi-

dos a los óxidos de cromo y hierro, substancias que con frecuencia sustituyen, parcial o totalmente, a los dos óxidos, alumínico y magnésico, que constituyen el tipo espinela.

La espinela yace en las rocas gneísicas, graníticas y anfibólicas, o bien mezclada con las arenas procedentes de la disgregación del granito. Ceilán, India, Estados Unidos de América, etc. En España está citada en El Escorial (Madrid), por *Quiroga*, y en varios puntos de Andalucía (Estepona, Marbella, Cabo de Gata, etc.).

Las variedades limpias son usadas como piedras finas de algún valor. Tuvo fama como astringente, cordial, tónica, etc., y se destinaba a la preparación de medicamentos.

Cromita.—*Hierro cromado.*—Cromito ferroso Cr^2O^4Fe, u óxido crómico ferroso Cr^2O^3. FeO. La proporción de Cr^2O^3 varía entre 44 — 64 %, y el FeO, 19 — 38. Frecuente la presencia de Al^2O^3 y MgO, por lo cual algunos autores asignan a la cromita la siguiente fórmula: $(CrAl^2)O^4MgFe$.

Regular. En 111, a veces combinado con 110 y 100. Macla según 111; exfoliación 111 imperfecta. Masas granudas; fractura concoidea, desigual; color pardo amarillento o rojizo; brillo submetálico. Dur. 5,5; pes. esp. 4,32 — 4,56.

Infusible; inatacable por los ácidos; reducida a polvo y mezclada con bisulfato potásico y carbonato potásico a altas temperaturas se disgrega, produciendo masa soluble en H^2O, se reconocen en Cr y Fe por los reactivos especiales.

Se encuentra diseminada en la serpentina o formando depósitos. Noruega, Austria, Cuba, etc. En España, asociada a los minerales de níquel, en Carratraca (Málaga).

Se usa en la preparación de los compuestos de cromo.

Magnetita.—*Imán.*—Ferrito ferroso Fe^2O^4Fe, u óxido férrico-ferroso Fe^2O^3, FeO.

Regular. Los cristales están constituídos por 111, a veces con 110; rara vez se observan 100, 211 y 221. Maclas frecuentes, siendo el plano de gemelismo 111 (*macla de las espinelas*). Exfoliación según 111 imperfecta.

Masas granudas o en granos sueltos; fractura concoidea desigual; color negro o gris pardusco; raya y polvo del mismo color que el mineral; brillo metálico con diferente grado de intensidad; opaco, aun reducido a lámina delgada. Dureza 5—6; pes. esp. 4,8—5,2. Propiedad muy notable de la *magnetita granuda y algo hidratada,* es el de manifestarse fuertemente magnética, mostrando a veces polos magnéticos; este carácter, que no se manifiesta, o muy débilmente en la magnetita cristalizada, le ha valido el nombre de *imán natural,* con que se la conoce ordinariamente.

Difícilmente fusible al soplete; al vidrio de bórax comunica en caliente y en llama de oxidación, coloración roja, amarilla en frío y en llama de reducción verde sucio. Reducido a polvo se disuelve en el ácido clorhídrico. Soluble en el agua regia formándose cloruro férrico, que con el ferrocianuro potásico da precipitado de azul de Prusia. Con el sulfocianuro potásico color de sangre arterial.

La magnetita yace en terrenos antiguos; la cristalizada aparece diseminada en las rocas talcosas. Suecia, Córcega, etcétera; la granuda en las rocas anfibólicas, talcosas, graníticas, etc. Montes Urales, Suecia, Estados Unidos, Isla de Elba, etc.; la magnetita en granos sueltos, conocida con el nombre vulgar de *polvos de salbadera*, aparece, constituyendo montones, en algunas fuentes o a la orilla del mar. Lago Superior, Báltico, Mediterráneo, etc.

En España se halla abundante en el granito, gneis, serpentina, rocas cloritosas, armando a veces los depósitos en caliza dolomítica jurásica, Ojén (Málaga); en la misma provincia se encuentran criaderos de importancia. Marbella, Puerto del Robledar, Cañuelo, Sierra Bermeja, etc. El Escorial, Hoyo de Manzanares, Cabezas de Hierro (Madrid), Valcarcera, Figaró (Barcelona), Peñaflor y Pedroso (Sevilla), Cabo Ortegal (Coruña), Testa de Ferro (Lugo), etc.

La magnetita tiene importancia farmacéutica e industrial. En la antigüedad tuvo fama como hidragoga y vulneraria; hoy tiene poco uso como reconstituyente, empleándose el óxido ferroso férrico obtenido en los laboratorios.

En la industria se usa para beneficiar el hierro; muy a propósito para convertirlo en acero.

Boracita.—Cloropoliborato magnésico.—$B^{16}O^{30}Mg^{6} + Cl^{2}Mg = B^{16}O^{30}Mg^{7}Cl^{2}$.

Regular, mimético. Cristales muy curiosos, miméticos, con formas regulares muy bien terminadas. Según Mallar, y confirmado por todos los mineralogistas, los cristales son rómbicos. Se supone que los individuos rómbicos se maclan según el prisma 110, y que cada cara del aparente rombododecaedro (110) = 100, representa la base de un cristal simple, y que todos ellos se reúnen por sus vértices en el centro del cristal. De manera que, en el caso del rombododecaedro, serán 12 individuos maclados, formando los ejes ángulos próximos a 90° (fig. 102).

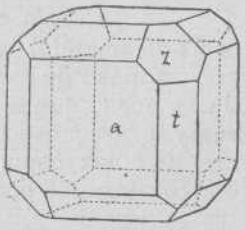


Fig. 102

El mimetismo está confirmado por las figuras de corrosión y caracteres ópticos.

Incolora, blanca o gris verdosa; brillo vítreo. Dur. 7; peso específico, 2,91 — 3. Birrefringente; a los 265° se hace monorrefringente; biáxica negativa. Bisectriz aguda normal al 010; plano de los ejes ópticos paralelo al 100.

Por el calor se electriza, poseyendo signo contrario las caras 101 y $\bar{1}01$. Al fuego se hincha y llega a fundirse, aunque con dificultad, produciendo perla diáfana e incolora en caliente, opaco y blanquecina en frío; comunica a la llama del mechero coloración verde pálida. Reducida a polvo se disuelve con lentitud en NO^3H y ClH.

Yace en los depósitos de *sal común*, *yeso* y *anhidrita* en Luneburg y Segeberg (Hannover), y acompañando a la *carnalita* en las salinas de Stassfurt (Prusia).

Bórax

Atinkar. — *Tinkar*. — Tetraborato sódico hidratado. $B^4O^7Na^2$, 10 H^2O.

Monoclínico.

Cristales columnares por predominio de 110 y 100 (figura 103). Maclas 100; exfoliación perfecta según 100, menos fácil 110.

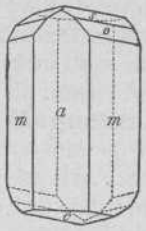


Fig. 103

Incoloro, blanco, amarillento y grisáceo; brillo vítreo algo resinoso o craso; fractura concoidea; sabor alcalino dulzaino. Dur. 2,5; peso esp. 1,7 — 1,8. Signo óptico negativo; bisectriz aguda normal al 010; muestra la dispersión cruzada. Al dardo del soplete se hincha y sufre la fusión acuosa; pierde luego el agua de cristalización, quedando anhidro, convirtiéndose al rojo en vidrio incoloro, diáfano, y colorea la llama de amarillo; este vidrio tiene la propiedad de disolver gran cantidad de óxidos metálicos, tomando coloraciones distintas, por lo que se emplea como reactivo fundente en los ensayos pirognósticos. Agregando una gota de SO^4H^2 al vidrio de bórax, comunica a la llama coloración verde del ácido bórico. Atacable por el ClH con precipitación de ácido bórico.

Yace disuelto en las aguas de algunos lagos de Thibet, forma depósitos en los terrenos de aluvión antiguos en Persia, China, California, etc.

El bórax que se halla en el comercio puede estar adulte-

rado con varias substancias, siendo las más frecuentes el alumbre, sal común y sulfato sódico, así como también alguna materia insoluble. Para reconocerle se disuelve en agua destilada, donde lo hará sin dejar residuo *(ausencia de materias insolubles);* alcalinizado con amoníaco no ha de dar precipitado gelatinoso de hidrato alumínico *(carencia de alumbre)*; con el cloruro bárico no ha de dar precipitado blanco *insoluble en los ácidos y álcalis (ausencia de sulfatos);* con el nitrato argéntico no ha de dar precipitado blanco cuajoso, soluble en el amoníaco e insoluble en los ácidos *(ausencia de cloruros);* el sabor alcalino del bórax se hace astringente, amargo o salado cuando se adultera con alguna de las tres substancias indicadas.

El bórax tiene importancia como fundente en las fábricas de esmaltes y vidrios finos, en los ensayos e investigaciones pirognósticas. Muy usado para sacar brillo en los planchados. En Medicina lo usan contra el mal de piedra, debido a la propiedad que tiene de disolver el ácido úrico; contra las enfermedades cutáneas, astringente y antisifilítico. Disuelto en la miel rosada da excelentes resultados como denticina.

VIII.—FOSFATOS (Arseniatos, Vanadatos, Niobatos, Tantalatos) ANTIMONIATOS

Sales de los ácidos fosfórico, arsénico, etc. Acido ortofosfórico PhO^4H^3, metafosfórico PhO^3 y pirofosfórico $Ph^2O^7H^4$; referibles a éstos los ácidos arsénico, etc.

Apatito

Fosforita. — *Esparraguina*. — Fluortofosfato cálcico $(PhO^4)^3Ca^5Fl$, o clororto fosfato cálcico $(PhO^4)^3Ca^5Cl$. Los primeros reciben el nombre de *fluoapatitos*, y los segundos *cloroapatitos*.

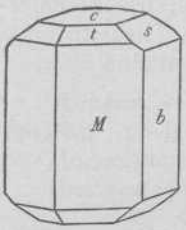


Fig. 104

Exagonal. Hemiedria piramidal. La hemiedria es poco manifiesta, y se revela, según *Baumhauer*, con líquidos corrosivos. Mallard supone son cristales miméticos formados por agregación de láminas monoclínicas, y se funda en las anomalías ópticas del apatito. Cristales exagonales prismáticos por predominio de $10\bar{1}0$ (fig. 104), también suelen adquirir gran desarrollo 0001 y $10\bar{1}1$.

Cristales agregados (figura 105) o en masas informes, fibrosas, compactas, concrecionadas y terrosas; color blanco, blanco amarillento, azul violado, verde espárrago y a veces incolora; fractura concoidea, granuda o desigual; lustre vítreo o craso. Dureza 5; pes. esp. 3 — 3,3. Uniáxica negativa; algunos ejemplares son biáxicos.

Fig. 105

Muchas variedades de apatito reducidas a polvo y echadas sobre las ascuas producen fosforescencia amarillo-verdosa; al dardo del soplete sólo se consigue fundirle en los bor-

des. Soluble en el NO^3H, en cuya solución es precipitada la cal por el oxalato amónico, y el ácido fosfórico por el molibdato amónico. El Cl o Fl se reconoce con el vidrio de sal de fósforo saturado de cobre. Mejor procedimiento es, para reconocer el Cl, fundir el mineral con carbonato sódico y potásico, y determinarlo al estado de cloruro.

Las variedades notables de apatito son *esparraguina,* la cristalizada con coloración verde espárrago; *moroxita*, verde azulada; *fosforita*, las compactas y concrecionadas de coloración blanca o blanco-amarillentas, que son las que se encuentran constituyendo grandes masas; *fosforita grafitosa,* la mezclada con grafito; *fosforita silicífera,* que contiene cuarzo pirómaco; *fosforita arcillosa,* la mezclada con arcilla.

El apatito es substancia muy difundida por las rocas metamórficas y eruptivas, muy perceptible en el microscopio petrográfico por la forma y por la gran refringencia que presenta; yace en la caliza silúrica del Canadá, en el terciario de Amberg, sirviendo de ganga a minerales metalíferos (casiterita y diferentes compuestos de hierro, como en la Gran Bretaña, Francia, Alemania, etc.).

En España es notable el criadero metamórfico de Logrosán (Cáceres), que arma en las pizarras silúricas y el granito; en la misma provincia existen multitud de formaciones de apatito: *Las Minas* próximas a la capital, Trujillo, Ceclavín, Arroyo, Casas de Don Antonio, Aliseda, Valencia de Alcántara, Montánchez, Malpartida de Cáceres, Zarza la Mayor, etcétera, etc., y en algunos puntos de la provincia de Badajoz. Además de los yacimientos extremeños merece citarse el de Jumilla (Murcia), notable por los hermosos cristales que allí existen; Sierra Alhamilla (Almería), Losacio (Zamora), Santa Eufemia (Ciudad Real), Puebla de los Infantes (Sevilla), etcétera.

El principal uso de la fosforita es en la agricultura: es excelente abono para las tierras húmedas y humíferas; se aplica directamente reducida a polvo, o después de haber sido tratada por el ácido sulfúrico, en cuyo caso el fosfato cálcico neutro insoluble se convierte en fosfato cálcico soluble (superfosfato), fácilmente absorbible por las plantas. Cuando las tierras no son húmedas y están descargadas de substancias orgánicas nitrogenadas, es indispensable, si se emplea la fosforita, mezclarla con substancias nitrogenadas, el sulfato amónico.

Piromorfita.—*Poliesferita, plomo verde, plomo pardo.*—Clorofosfato plúmbico. $(PhO^4)^3Pb^5Cl$.

Exagonal. Hemiedria piramidal. Las formas cristalizadas

frecuentes son: protoprisma $10\bar{1}0$ y base 0001, $\bar{1}010$; pirámide 1011 y 0001; $10\bar{1}1$, $\bar{1}010$, 0001, y la deutopirámide $11\bar{2}2$; domina siempre el prisma $\bar{1}010$. Exfoliación según $\bar{1}011$ y $\bar{1}010$, imperfecta. Masas concrecionadas, espáticas fibrosas o filamentosas; fractura concoidea o desigual; color verde amarillento o verde prado, a veces pardo e incolora; lustre vítreo algo craso y raya blanca. Dur. 3,5 — 4; pes. esp. 6,9 — 7,2. Birrefringente con signo negativo; hay ejemplares que, como el apatito, muestran al conoscopio figuras biáxicas, y que, como en aquél, deben considerarse fenómenos anómalos.

Al dardo del soplete se funde en un glóbulo, que, por enfriamiento, se hace poliédrico, formándose alrededor de él aureola amarilla rojiza, en caliente y en frío de litargirio, y banda interior a la aureola de color blanquecino constituída por cloruro plúmbico; si se mezcla con el carbonato sódico y se funde, deja en la cavidad del carbón botón de plomo. Soluble en el ácido nítrico y solución de potasa cáustica. Con los reactivos se pone de manifiesto compuestos arsenicales, debido a que casi siempre acompaña al clorofosfato plúmbico *arseniato plúmbico* en mezcla isomorfa.

Acompaña a otros minerales de plomo, principalmente a la galena: en Santa Eufemia (Ciudad Real), Losacio (Zamora), San Martín de Oscos (Asturias), Oyarzun (Guipúzcoa), Santa Marta (Badajoz), Linares, La Carolina (Jaén), Cartagena (Murcia), etc. Se usa para la extracción del plomo.

Vanadinita.—Clorovanadato de plomo $(VO^4)^3Pb^5Cl$. Exagonal. Hemiedria piramidad. RA = 1 : 0,727. Color amarillento o rojizo; brillo vítreo; trasluciente. Dur. 3; pes. esp. 6,83 — 6,89. Signo óptico negativo. Decrepita con viveza; se funde, produciendo aureola amarilla de PbO. Atacable por el ClH, produciendo líquido verde y dejando residuo de Cl^2Pb.

Zimapán (Méjico), etc. En España, en Santa Marta (Badajoz), Linares (Jaén), Losacio (Zamora).

Ambligonita.—Fluofosfato alumínico litínico-sódico. $(PhO^4)^2Al^2 + 3\,(LiNa)Fl$.

Triclínico. Láminas, con exfoliación según 110; color blanco verdoso o rosado; brillo vítreo en 001 y $\bar{1}10$, nacarado en las caras 110. Dur. 6; pes. esp. 3,3 — 3,11.

Biáxica negativa. Sobre el carbón funde formando vidrio opaco, y comunica a la llama color amarillo y ráfagas rojas. Soluble parcialmente en NO^3H. Mina de la Montaña (Cáceres); se explota para beneficiar el Li.

Eritrina.—*Cobalto rojo, cobalto micáceo, flores de cobalto.* Ortoarseniato de cobalto hidratado. $(AsO^1)^2Co^3 + 8H^2O$.

Monoclínico. Frecuente la combinación del hemidomo 101, y los pinacoides 100 y 010, a los que a veces suele agregarse la protopirámide 111. Concrecionada, fibrosa y terrosa; color rojo algo carmesí; raya poco más clara; brillo adamantino; flexible. Dureza 2 — 2,5; pes. esp. 2,7 — 3,1.

Al calor comienza por cambiar de color hasta ponerse azul obscuro, y desprende agua: si continúa actuando, el mineral se pone pardo negruzco, queda anhidro y desprende anhídrido arsenioso; se descompone con más facilidad sobre el carbón y al dardo del soplete, fundiéndose en glóbulo gris, y desprende olores arsenicales; ensayado el glóbulo al vidrio de bórax, produce coloración *azul de cobalto*. Atacable por el ácido clorhídrico, formando un líquido azulado, que, diluído en agua, se vuelve de color rosa.

Procede de la descomposición de los minerales de cobalto, por lo que casi siempre se la encuentra acompañada de la cobaltita y esmaltina, así como también con el bismuto nativo y malaquita. Peñamellera (Asturias), Gistain (Huesca), Lorca (Murcia), El Cerro (Huelva), Sierra Cázula, Motril (Granada), Sierra de Filabres (Almería).

Annabergita.—*Niquelocre*.—Arseniato niqueloso hidratado. $(AsO^4)^2Ni^3 + 8H^2O$.

Monoclínico. Cristales aciculares cortos, o más frecuente en masas terrosas de color verde manzana o gris verdoso. En Peñamellera (Asturias), Gistain (Huesca), Peñaflor, Lora del Río (Sevilla), Motril y Sierra Cázula (Granada).

Calaita.—*Turquesa, johnita, agafita*.—Ortofosfato alumínico básito hidratado. $(PhO^4)Al^2$, $Al^2O^6H^6 + 2H^2O$.

Amorfa. En masas compactas o concrecionadas de color azul celeste o verde azulado; lustre rutilante, algo transparente en los bordes. Dur. 6; pes. esp. 2,6 — 3. Al dardo del soplete desprende agua, adquiriendo coloración pardusca, pero no se funde, inalterable por los ácidos. Se encuentra en el terreno de aluvión y en las arcillas y calizas ferruginosas: Korasan (Persia); posteriormente se ha encontrado en Egipto y sobre la andesita augítica en Méjico.

La turquesa azul celeste es muy estimada en joyería, siendo piedra preciosa de bastante valor. Los fragmentos de dientes fósiles, naturalmente coloreados por el fosfato de hierro, reciben los nombres de *Odontolita*, *turquesa de roca moderna* y *turquesa occidental*. Se diferencia porque tiene dureza 3 y es atacable por los ácidos con desprendimiento de CO^2; la industria la falsifica con vidrios teñidos de azul o con el sulfato alumínico cúprico.

Calcolita. — *Torbernita*. — *Cubruranita*. — $PhO^4)^2Ur^2$,

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

$Ur^2O^4H^2$, $CuO^2H^2 + 4H^2O$. Según *Groth:* $(PhO^4)^2(UO^2)^2Cu\ 8H^2O$.

Tetragonal. Cristales tabulares formados por la combinación de 111, muy rebajada, con 001; también se han estudiado 010, 110 y 001; y 001, 201 y 111, preponderando en todas las combinaciones el pinacoide básico 001. Exfoliación muy fácil según 001. Color verde esmeralda, verde prado o verde manzana; brillo nacarado o vítreo, trasluciente o transparente. Dur. 2 — 2,5; pes. esp. 3,4 — 3,6. Signo óptico negativo; revela con facilidad la figura de interferencia uniáxica. Mineral radioactivo. Funde sobre el carbón, coloreando el dardo de verde. Mezclada con carbonato sódico llega a producir botón de cobre. Soluble en NO^3H; con el NH^3 precipitado amarillo y el líquido adquiere color azul celeste debido al compuesto de cobre. En los terrenos graníticos, acompañando a otros minerales de urano y cobre. Cornouailles, etc. En España se halla en Valencia de Alcántara, Alburquerque, Albalá, Montánchez (Cáceres), Galapagar, Torrelodones, Colmenarejo (Madrid), mina de *San Rafael,* en Sierra de Guadarrama (Segovia); de cuya última localidad hay ejemplares curiosos, cuya radioactividad ha sido estudiada por el *Sr. M. del Castillo.*

BIBLIOTECA DEL INSTITUTO PROVINCIAL SORIA

IX.—SILICATOS

(TITANATOS, ZIRCONATOS, THORATOS, ETC.)

Sales de los ácidos silícicos: SiO^4H^4 (ortosilícico), SiO^3H (metasilícico), llamados ácidos fundamentales.

Frecuentes los polisicatos o sales de los ácidos polisilícicos, resultantes de la condensación de moléculas de SiO^4H^4 con separación de moléculas de H^2O, siendo la fórmula general $nSiO^4H^4 - mH^2O$. En idéntico caso se hallan los ácidos del titano, zirconio, thorio y estaño. Dos son las reacciones más características de los silicatos: mezclados con fluoruro cálcico y calentados con ácido sulfúrico, desprenden fluoruro de silicio que, si se hace llegar a una copa con agua, deposita sílice gelatinosa; al vidrio de sal de fósforo el ácido silícico queda libre, constituyendo estrías o red opaca blanquecina, que recibe el nombre de *esqueleto silíceo*.

Comprende los siguientes grupos: 1.° Andalucita. 2.° Turmalinas. 3.° Epidota. 4.° Olivino. 5.° Granates. 6.° Wernerita. 7.° Nefelina. 8.° Micas. 9.° Clintonitas. 10. Cloritas. 11. Talco y Serpentina. 12. Piroxenos y Anfiboles. 13. Cordierita. 14. Feldespatos. 15. Zeolitas. 16. Arcillas. 17. Titanatos.

GRUPO DE LA ANDALUCITA

Silicatos alumínicos anhidros; a veces con otras bases; minerales duros (5—8), que después de haber sido disgregados producen, con el nitrato de cobalto, la reacción de la alúmina. Infusibles, o casi infusibles, e inalterables por los ácidos.

Andalucita.—SiO^5Al^2 o $SiO^4Al(AlO)$.

Rómbico. Grandes cristales constituídos por 110 y 001 (fig. 106). Exfoliación fácil según 110. Estructura compacta o granuda; fractura astillosa, desigual; color cárneo o gris pardusco; raya blanca, brillo vítreo poco marcado; opaca o trasluciente en los bordes. Dur. 7, 5; pes. esp. 3,1—3,2.

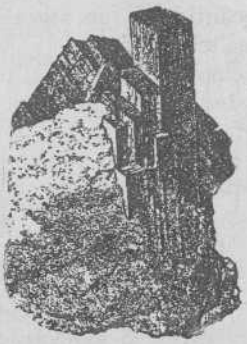


Fig. 106

Signo óptico negativo; $2V = 84°,5'$; $2E = 96°,5'$. Infusible al soplete; inatacable por los ácidos; con la sal de fósforo produce el esqueleto silíceo, y al soplete, con la solución de nitrato cobaltoso, da color azul si fué disgregada con carbonato sódico.

La andalucita yace en los terrenos antiguos, principalmente en las rocas graníticas, a veces en las pizarras silúricas. Baviera, Tirol, Brasil, etc. En España se halla en Plasencia (Cáceres), serranía de Ronda (Málaga), Cabo de Gata, Barranco de San Juan de Sierra Nevada, Cartagena (Murcia), mina *El Chorro* (Madrid), Santiago y Valle del Rosal (Coruña), etc.

Topacio. — Fluosilicato alumínico. $SiO^4Fl^2Al^2$; según otros, $nSiO^5Al^2 + (SiAl^2Fl^5)$.

Rómbico. Cristales columnares, con las aristas áxicas agudas u obtusas biseladas, y con las caras prismáticas estriadas longitudinalmente (figura 107).

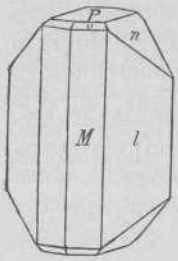


Fig. 107

Cristales columnares, a veces con gran riqueza de caras. Exfoliación perfecta según 001. Algunos cristales son en apariencia hemimorfos; pero no deben considerarse como tales por no revelarse el fenómeno con las figuras de corrosión, ni responder tampoco a los caracteres eléctricos Color amarillo melado o verdoso; brillo vítreo. Dur. 8; pes. esp. 3,4 — 3,6.

Por la acción del calor o por frotamiento se electriza negativamente, habiendo variedades—las hialinas — que conservan dicha electricidad bastante tiempo, hasta veinte o veinticinco horas. Anisótropo biáxico con signo positivo. Plano de los ejes ópticos paralelo a 010.

Infusible al soplete; con el ácido sulfúrico actuando en caliente se desprende ácido fluorhídrico, pero en pequeña cantidad, que ataca al vidrio por formación de fluoruro de silicio; el ácido fluorhídrico se desprende en mayor cantidad cuando se funde el topacio con el fosfato sodo-amónico (sal de fósforo), produciendo a la par el esqueleto silíceo; la alúmina se descubre porque, después de fuerte calcinación con el carbonato sódico al dardo del soplete y con el nitrato cobaltoso, produce coloración azul característica.

En el comercio se distinguen tres variedades principales de topacio: *topacio del Brasil*, cristales alargados de color amarillo rojizo o rosáceo; *topacio de Siberia*, cristales cortos con el vértice de la pirámide truncado y color algo azulado; *topacio de Sajonia*, cristales cortos con la misma disposición que el anterior y de color amarillo poco intenso.

El topacio yace en los terrenos antiguos sobre el granito, gneis o sirviéndole de ganga la pegmatita, formando la roca que los alemanes llaman *topasfels;* otras veces se asocia a la casiterita, wolfran, cuarzo, esmeralda, etc., en los aluviones procedentes del detritus del arcaico y a veces diseminado en las rocas cloritosas. Montañas de Mourne (Irlanda); en los montes Urales, Villarrica (Brasil), Sajonia, Escocia, etc. En España está citado en Buitrago (Madrid) y Sallent (Huesca).

Las variedades cristalizadas y límpidas tienen valor en joyería. Tuvo importancia farmacéutica y medicinal; era uno de los cinco fragmentos de piedras preciosas, y se creyó útil para combatir la hemorragia y epilepsia.

GRUPO DE LAS TURMALINAS

Conócense con el nombre de turmalinas unas cuantas especies cristalizadas en el sistema Exagonal y de composición química muy complicada. Químicamente consideradas, son mezclas isomorfas de ortosilicatos alumínicos neutros o ácidos, a los que se agrega poliborato alumínico $B^6O^{15}Al^4$.

Los silicatos típicos descubiertos por el análisis son: *ortosilicato alumínico sódico ácido* $(SiO^4)^6Al^6Na^2H^4$, *ortosilicato alumínico ácido* $(SiO^4)^6Al^6H^6$, y el *ortosilicato magnésico neutro* $(SiO^4)^8Mg^6$ (Tschermak).

Fundándose *Rammelsberg* en los análisis, divide las turmalinas en cinco grupos: 1.°, *Turmalinas magnesianas* (Turmalina obscura de Corintia); 2.°, *Ferro-magnesianas* (Turmalina negra Groelandia); 3.°, *Ferríferas* (Turmalina negra Siberia); 4.°, *Ferro-magnesianas* (Turmalina verde de la isla de Elba); 5.°, *Manganesianas* (Turmalina roja de los Urales), llamadas también *rubelitas.*

Penfield y *Foote* suponen que las turmalinas son sales del ácido aluminoborosilícico $Si^4O^{19}(B.OH)^2Al^3H^9$.

Según *Riggs* y *Jannach*, las turmalinas pueden dividirse en tres grupos: 1.°, Litiníferas; 2.°, Ferríferas, y 3.°, Magnesianas.

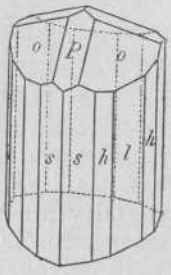


Fig. 108

Exagonal romboédrico. Cristales columnares hemimorfos, de conformación característica. Los cristales siempre terminan en los extremos de diferente manera: en uno con caras de romboedros, y en el otro por 0001, que es el caso más sencillo (fig. 108). Los prismas de turmalina están generalmente constituídos por nueve caras: tres del

tritoprisma yseis del prisma exagonal. Son muy característicos.

Exfoliación poco manifiesta; se han reconocido cruceros todos muy imperfectos. Estructura fibrosa, radiada, acicular; fractura desigual o concoidea; color rosado, rojo, verdoso, negro o incoloro; brillo vítreo. Dur. 7; pes. esp. 2,9—3,2. Signo óptico negativo; las variedades verdosas o rojas: $n_o = 1{,}643 - 1{,}649$; $n_e = 1{,}623$; las incoloras: $n_o = 1{,}637$; $n_e = 1{,}619$. Piroeléctricos.

Acroita.—Incolora, rosada *(siberita)*, rojo carmín *(rubelita)*, de flor de albérchigo *(apirita)*, verde pálido con los extremos negros o azulados *(cabeza de moro)*; pes. esp. 3. Infusible al soplete. Yace en el granito, sobre la dolomita, etc. Isla de Elba, Moravia, etc.

Turmalina noble.—Azul o verde *(indicolita)*, a veces pardusca; pes. es. 3,1. Al soplete se descompone y sólo se funde en los bordes. Ceilán, Brasil, etc.

Dravita.—Negra o verdosa; pes. esp. 3,1. Se funden con ebullición en esmalte blanquecino. Drava (Corintia).

Chorlo.—Negro, azulado o verdoso; pes. esp. 3,1 — 3,2. Al soplete se funde en masa escoriforme.

El chorlo es abundante en los granitos de España. Meaño y Ramallosa (Pontevedra), Avión, Carballino (Orense), Pirineos, Béjar (Salamanca), Alcuescar, Valencia de Alcántara (Cáceres), Sierras de Gredos y Guadarrama, El Chorro (Málaga), Sierra Nevada, y en general, donde hay pegmatitas o granitos en filón.

Las turmalinas rojas, verdes, etc., límpidas, se usan en joyería; también se emplean para fabricar las pinzas de turmalina, tan usadas por los joyeros, y en las determinaciones sencillas, en los laboratorios.

CRUPO DEL OLIVINO

Silicatos no aluminosos, anhidros o hidratados, con fórmula general SiO^4R^2. Forman parte de las rocas eruptivas, basaltos, lavas volcánicas, etc.

Olivino. — *Crisolita.* — *Peridoto.* — Ortosilicato ferroso magnésico. $SiO^4(MgFe)^2$.

Rómbico. Los cristales aparecen con frecuencia implantados en la serpentina. Exfoliación fácil, según el braquipinacoide 0,10, imperfecta en la dirección del macropinacoide 100.

Masas de estructura granuda, laminar o compacta; frac-

tura concoidea; color verde puerro o verde aceituna, a veces negro aterciopelado según prodomine el compuesto ferroso o el magnésico; raya blanca; lustre vítreo intenso, transparente o trasluciente. Dur. 6,5 — 7; pes. esp. 3,3 — 3,5. Birrefringente biáxico con signo positivo.

Al dardo del soplete, lo mismo que con los reactivos líquidos, se conduce de diferente manera, según las proporciones del Fe y Mg; cuando impera el magnesio es infusible y difícilmente atacable por el ácido clorhídrico; cuando domina el hierro se funde, y es atacable por el ClH con precipitación de sílice gelatinosa.

El olivino se encuentra en los basaltos de Mayen y Bohemia, en las rocas hipersténicas de Delecardia, pizarras talcosas del alto Egipto, Etna, Vesubio, Brasil, de donde proceden cristales de color verde hermoso *(Crisolita)*; Urales, donde aparece sobre la pizarra talcosa y la caliza granular *(glinkita)*; en el hierro meteórico, en las lavas, en las rocas micáceas, constituyendo masas granudas, granos sueltos y cristales implantados de color verde sucio *(peridoto granular, olivino)*.

En España es notable el yacimiento de Serranía de Ronda; aparece mezclado con piroxenos magnésicos, formando las *noritas* y *lerzolitas;* allí están en masas granulares verdosas, a veces bastante obscuras; en la limburgita de Nuévalos (Zaragoza), Olot (Gerona), en las rocas basálticas de la Mancha, constituyendo los llamados *negrizales*, y, aunque en pequeñas cantidades, en la región volcánica de Almería y Murcia. El olivino es uno de los minerales de mayor importancia geológica; es notable por las alteraciones que sufre, dando por resultado la formación de diversos compuestos de hierro (hematites y magnetita); pero lo más importante es su transformación en serpentina (origen de la serpentina de la Serranía de Ronda, según el señor Macpherson), siendo muy frecuente encontrar cristales de olivino, cuyo interior aparece alterado por transformación en serpentina.

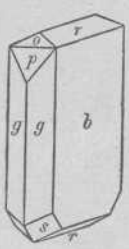


Fig. 109

Calamina.—*Hemimorfita.*—Silicato zíncico monohidratado.

$SiO^4Zn^2 + H^2O$. Según muchos mineralogistas, es metasilicato zíncico básico. $SiO^3(Zn \cdot OH)^2$.

Rómbico.—Es general que en la arista 011 : 011 se desarrolle 001. Maclas de complemento según 001. En esta macla se descubre tendencia a la ocultación del hemimorfismo. Exfoliación perfecta 110; imperfecta según 011. Hemimorfismo muy característico; cristales de aspecto de cuña (fig. 109).

Masas estalactíticas, arriñonadas, compactas y terrosas; color gris amarillento, pardusco y a veces blanco; brillo vítreo. Dur. 5; pes. esp. 3,3 — 3,5. Signo óptico positivo; bisectriz aguda normal a 001. Los cristales son piroeléctricos polares, haciéndose la extremidad superior positiva y negativa la inferior; fosforece por frotamiento.

Al soplete se hincha, decrepita y produce brillo vivísimo; difícilmente se funde, cuando más en los bordes; mezclada la calamina con carbonato sódico, se funde y forma aureola amarilla en caliente, blanca en frío; si se agrega al ensayo nitrato cobaltoso, toma por el calor color verde prado *(verde Rinmann)*. La sílice se reconoce por el esqueleto que forma en el vidrio de la sal de fósforo. Atacable por el ClH con precipitación de sílice gelatinosa.

Yace cristalizada en las cavidades de la caliza y smithsonita y en algunos filones. Altenberg, Aquisgran, Fensylvania, etcétera, etc. En España se encuentra asociada a los demás minerales de zinc. Toda la zona llamada de «las calaminas», que atraviesa en línea ininterrumpida desde la parte oriental de Asturias hasta las Vascongadas, siendo el mayor yacimiento las minas *Florida*, *San Bartolome*, *Hudias*, *Reocín* (Santander), explotadas por la Compañía Real Asturiana. De menor importancia son los yacimientos de Andalucía (Sierra Almijara, Sierra de Baza, Sierra Nevada, mina *Pepita*, de Motril, etc.); San Juan de Alcaraz (Albacete), Sierra Cartagena, etcétera, Lucena (Castellón), Teruel, etc. La calamina es de las primeras materias para beneficiar el zinc.

5.° — GRUPO DE LOS GRANATES

Se denominan así una porción de minerales muy complicados, del sistema Regular, constituídos por ortosilicatos de la siguiente fórmula general:

$(SiO^4)^3R^2R$; $R^2 = Al^2, Fe^2, Cr^2$; $R = Ca, Mg, Mn, Fe$.

Por la composición química pueden dividirse en tres secciones: Alumínicos, Férricos y Crómicos:

Alumínicos	Férricos	Crómicos
$(SiO^4)^3Al^2CA^3$	$(SiO^4)^3Fe^2Ca^3$	$(SiO^4)^3Cr^2Ca^3$
$(SiO^4)^3Al^2Mg^3$	$(SiO^4)^3Fe^2Mg^3$	$(SiO^4)^3Cr^2Mg^3$
$(SiO^4)^3Al^2Mn^3$	$(SiO^4)^3Fe^2Mn^3$	$(SiO^4)^3Cr^2Mn^3$
$(SiO^4)^3Al^2Fe^3$	$(SiO^4)^3Fe^2Fe^3$	$(SiO^4)^3Cr^2Fe^3$

Regular. Cristales formados por el rombododecaedro aislado o combinado con otras formas; no es raro el icositetraedro, a veces 210 y 321; muy raros el 100 y 111. Exfoliación imperfecta según 110. Muchos granates son monorrefringentes; algunos birrefringentes. Este último fenómeno dió lugar a que algunos cristalógrafos los consideraran y consideren cristales miméticos. *Mallard* cre que los granates son miméticos estando formados por la agrupación polisintética de muchos individuos triclínicos, rombicos y quizá exagonales; tomando por punto de partida las investigaciones de *Mallard*, *Klein* hace la siguiente división de los granates: 1.° *Rombododecaédrico*, constituídos por la agrupación de doce pirámides rómbicas *hemimórficas*, unidas por sus vértices en el centro del cristal y cuyas bases forman las doce caras del rombododecaedro; 2.° *Octaédrico*, formado por la reunión de ocho romboedros *hemimorfos*, *basados*, unidos por los vértices en el centro del cristal, resultando que cada base forma una cara del octaedro; 3.° *Icositetraédrico*, resulta de la unión de veinticuatro pirámides hemimórficas con los vértices en el interior, formando sus bases las caras del holoedro; 4.° *Exaquisoctaédrico*, formado por la agrupación de cuarenta y ocho pirámides hemimórficas triclínicas con los vértices unidos en el interior y constituyendo cada base una cara del holoedro.

Son especies importantes las que a continuación estudiamos:

Grosularia.—Ortosilicato alumínico cálcico. $(SiO^4)^3Al^2Ca^3$.

Combinación del rombododecaedro 110 con el octaedro 111 (fig. 110). Es también frecuente el 110 con 211. Masas granudas de color variable; raya y polvo del mineral de color blanquecino; brillo vítreo. Dureza 6,5 — 7; peso específico 3,4 — 3,6. Fusible al soplete, dando un vidrio verdoso, a veces incoloro. Por el color se distinguen las siguientes variedades: *sucinita*, amarillo melado; *hesonita*, rojo anaranjado; blanco verdoso, *wiluita;* color de canela, *piedra de canela;* rojo de jacinto o pardo, *romanzowita*.

Fig. 110

Yace en las pizarras cloríticas y caliza granular en Noruega, Siberia, etc. En España se encuentra en muchos puntos de los Pirineos catalanes y aragoneses. Las variedades limpias tienen algún uso en joyería. En la antigüedad tuvo bastante

importancia medicinal; se usó para calmar las palpitaciones del corazón y disipar la tristeza; era uno de los cinco fragmentos de piedras preciosas.

Melanita.—Ortosilicato férrico cálcico.

$$(SiO^4)^3Fe^2Ca^3.$$

El icositetraedro 211 y el rombododecaedro 110, ya libres o en combinación. Estructura granuda; fractura concoidea o desigual; color amarillo *(topazolita)*; verde esmeralda *(aplomo)*; verde claro *(demantoide)*; la típica melanita es parda o negra; raya grisácea. Dur. 7; pes. esp. 3,6 — 4,2. Fusible al soplete, dando escoria negruzca fuertemente magnética; atacable por el ácido clorhídrico, en el que se disuelve casi totalmente. Yace en las tobas volcánicas de Farscati (Italia), en las serpentinas de Dobschau, etc.

Almandina.—Ortosilicato alumínico ferroso.

$$(SiO^4)^3Al^2Fe^3.$$

Cristales constituídos por la combinación de 110 con el 211; a veces entra en la combinación 431, 321, 100 y 210. Estructura granuda; fractura desigual, concoidea; color rojo de sangre *(granate noble)* o rojo negruzco; brillo algo craso; trasluciente o transparente. Dur. 7 — 7,5; pes. esp. 3,8 — 4,2. Al dardo de soplete se funde, dejando escoria negruzca con acción sobre la aguja magnética. Insoluble en el ácido clorhídrico. Yace en el gneis, calizas cristalinas, pizarras cloríticas, etcétera. Brasil, Ceilán. En España es muy abundante y llega a formar roca *(granatita)* en Burguillos (Badajoz), Sierra Nevada, Cabo de Gata, Sierra Alhamilla, Sierra de Gredos, Guadarrama, etc. Los cristales limpios se emplean en joyería, y la almadina ordinaria como fundente.

Spesartina.—Ortosilicato alumínico manganoso.

$$(SiO^4)^3Al^2Mn^3.$$

Cristales formados por la combinación del 110 y 211. Estructura granosa; fractura desigual o concoidea; color rojo violado o rojo de jacinto. Dur. 7,5; pes. esp. 3,7 — 4,2. Fusible al soplete, produciendo un esmalte que a veces tiene enérgica acción magnética; al vidrio de bórax color violeta. Los yacimientos de la spesartina son parecidos a los que presentan los demás granates; abundante en Spessart (Baviera). Los ejemplares bien cristalizados y límpidos tienen algún valor en joyería.

PIROPO.— Ortosilicato alumínico magnésico.

$(SiO^4)^4Al^2Mg^3$.

No se conocen cristales bien terminados, pero en ellos se descubre el 100; generalmente en granos de distinta forma; color rojo de sangre o de jacinto. Dur. 7,5; pes. esp. 3,7 3,8. Al dardo del soplete pardea y llega a ponerse negro, volviendo por enfriamiento a tomar el color primitivo; funde, aunque con dificultad. Debido a la presencia del cromo, que casi siempre tiene, comunica al vidrio de bórax color verde esmeralda. Yace en la serpentina en Bohemia, Sajonia, etc. En España se encuentra en Asturias, en las lerzolitas de los Pirineos, etc.

UWAROWITA.—Ortosilicato crómico cálcico.

$(SiO^4)^3Cr^2Ca^3$.

Cristales formados por el 110. Color verde esmeralda. Dureza 7,5 — 8; pes. esp. 3,8 — 4. Este mineral muestra constantemente anomalías ópticas, siendo birrefringente. Infusible al soplete; al vidrio de bórax comunica color verde esmeralda. Se encuentra asociada al hierro cromado. Montes Urales, California, etc. En España, en el Pico de Posets (Pirineos), aparece formando masas verdes sobre la caliza y granito; a veces, en geodas de cristalitos rombododecaédricos.

GRUPO DE LAS MICAS

Silicatos alumínicos neutros o ácidos, con otras bases K, Na, Li, Mg, Ca, etc. Según *Tschermak*, pueden distinguirse los siguientes compuestos: 1.° $(SiO^4)^6(Al^2)^3K^6$. 2.° $(SiO^3)^6(Al^2)^2Ka^6$. 3.° $(SiO^4)^6Mg^{12}$. 4.° $Si^{10}O^8F_1{}^{24}$. El K^6 puede transformarse en estos grupos: K^4H^2; K^2H^4; H^6 ó micas ácidas. Cuando el K es sustituído por el Li, se forman las litínicas; también el radical K puede ser sustituído en parte por el Na, así como el Mg por el Fe y Mn.

M. Charke hace derivar las micas de un ortosilicato hipotético: el SiO^4Al^4.

Todas las micas son del sistema Monoclínico, con forma genuina, o adotando formas exagonales—que es lo general —o rómbicas. Exfoliación perfectísima, según 001.

El ángulo de los ejes ópticos es variable, según las especies; las micas potásicas tienen valor angular elevado; las

magnésicas, al contrario, tan reducido, que a veces los ejes se confunden en uno (micas uniáxicas). La bisectriz aguda no es exactamente vertical al plano de la base. Signo óptico negativo; birrefringencia fuerte: 0,04 — 0,05. Por percusión producen una estrella de seis radios (fig. 111). Según *Bauer*, cuando la percusión se hace con una punta obtusa, la estrella gira 30°, según aparece con línea de puntos en la figura indicada últimamente.

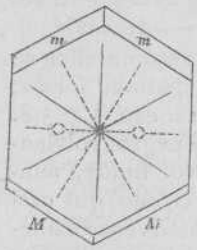


Fig. 111

Las micas se dividen en dos series:

1.ª Serie del meroxeno.—Plano de los ejes ópticos paralelo al clinopinacoide 010.

2.ª Serie de la moscovita.—Plano de los ejes ópticos normal al clinopinacoide 010.

1.ª—Serie del Meroxeno

Meroxeno.—*Biotita.*—Silicato alumínico magnésico potásico ácido. $(SiO^4)^3Al^2Mg^2(KH^2)$. Parte del Al^2 está sustituído por Fe^2 y Mg por Fe.

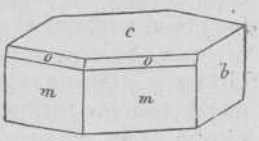


Fig. 112

Monoclínico, pseudoexagonal. Láminas de aspecto exagonal (fig. 112).

Láminas de color pardo verdoso o amarillento; brillo micáceo, característico; flexibles, elásticas. Dur. 2,5 — 3; peso específico 2,8 — 3,1; birrefringente 0,03 — 0,06; ángulo de los ejes ópticos variable. Bisectriz aguda casi normal a 001.

Las figuras de corrosión sobre la base consisten en un exágono regular muy bien determinado. Es frecuente encontrar en la biotita inclusiones ferruginosas dispuestas en tres direcciones, que se cortan formando ángulos de 60° y 120° (fig. 113). Al dardo del soplete es difícilmente fusible; cuando contiene mucho hierro lo hace más fácilmente en masa negruzca. Resiste mucho la acción del ClH; en cambio, es descompuesto con el ácido sulfúrico concentrado y auxiliado por el calor, dejando residuo silíceo.

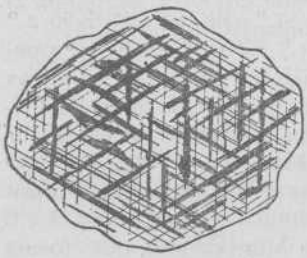


Fig. 113

Forma parte esencial en muchas rocas: granito, gneis, mi-

cacita, traquita, andesita, pórfido, sienita, micacita, etc., etc. Vesubio, Pensilvania, Arendal, etc. En España es abundante y llega a constituir por sí solo grandes masas: Castillo de las Guardas (Sevilla); siendo parte accesoria de las andesitas se encuentra en los alrededores de Cartagena y en el Cabo de Gata; en el granito de Trampal (Sierra de Béjar) existen ejemplares de meroxeno, cuyas láminas alternan con otras de moscovita. San Gervasio (Barcelona), Vigo y Redondela (Pontevedra).

2.ª—Serie de la Moscovita

Moscovita.—*Vidrio de Moscovia.*—Silicato alumínico potásico ácido. $(SiO^4)^3Al^3KH^2$.

Monoclínico. Cristales tabulares de contorno exagonal (figura 114). Macla frecuente, uniéndose los individuos por 001, de manera que aparecen superpuestos.

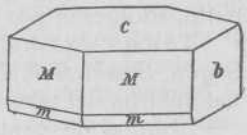


Fig. 114

Incolora, blanca, con brillo micáceo intenso. Dureza 2 — 3; peso específico 2,76 — 3,1. Birrefringencia 0,035 — 0,042; el plano de los ejes ópticos es normal al de simetría y al clinopinacoide; la bisectriz aguda no coincide con la normal a la base, sino que forma pequeño ángulo, próximamente de 1°,2′; policroísmo poco marcado.

Una lámina desprendida en la dirección del pinacoide básico 001, produce con el ácido fluorhídrico figuras de corrosión monoclínicas con los contornos aparentemente curvilíneos. Al calor desprende agua, y con el soplete llega a fundirse, aunque con dificultad, en vidrio o esmalte opalino o blanco. Inatacable por SO^4H^2 y ClH.

La moscovita es abundante en la naturaleza; forma parte esencial del granito, micacita y gneis, encontrándose también en terrenos derivados del arcaico; son notables las formas palmeadas que con frecuencia se hallan en las pegmatitas y granulitas, así como también las grandes tablas o láminas de Nueva York, Siberia, Indias orientales, etc. En España se encuentra en las masas de pegmatita de la Sierra de Gredos y Guadarrama, así como también en Sierra Nevada, Sierra Morena y algunos puntos próximos al litoral en Galicia.

Las láminas de gran tamaño, las de Siberia e Indias orientales, suelen emplearse para vidrieras en las ventanas en sustitución del vidrio; las láminas limpias se usan en determinados aparatos de óptica.

Lepidolita.—Silicato alumínico litínico potásico fluorífero. $(SiO^3)^3Al^2(LiK)^2Fl(OH^2)$. Cristales monoclínicos parecidos a la moscovita; pequeñas escamas de color argentino o rojizo. Dur. 3 — 4; pes. esp. 2,8. Al dardo se descompone y le tiñe de rojo debido al litio; llega a fundirse en esmalte blanco. Es de Moravia y Urales; en España se halla en Horcajuelo, Logroño, etc.

Esta especie—como la ambigonita—son minerales que sirven para obtener el litio y sus sales, tan empleadas en medicina.

GRUPO DEL TALCO

Silicatos magnésicos hidratados. Minerales blancos, de cristalización confusa, que resisten mucho la acción del fuego. Cuando falta el hierro, si se les calienta con nitrato de cobalto, adquieren por enfriamiento color rosado cárneo.

Talco.—*Esteatita.* Silicato magnésico ácido. $(SiO^3)^4Mg^3H^2$. Según *Bombicci:* $6MgSiO^3$, SiO^3H^2; fórmula que se deduce del análisis del talco puro y birrefringente.

Láminas de contorno exagonal o rómbico, que se consideran derivadas de un prisma monoclínico. Si se clasifica por analogía con las micas y cloritas, como hace *Tschermak*, entonces hay que suponer que estas láminas están formadas por el pinacoide básico 001, el clinopinacoide 010 y el protoprisma 110; exfoliación perfecta en la dirección de 001; imperfecta según 110. Masas testáceas, hojosas o escamosas; untuosas al tacto; color blanco verdoso o amarillento, a veces incoloras; brillo nacarado, sobre todo en las láminas de exfoliación. Dur. 1; peso específico 2,6 — 2,8.

Las láminas se conducen cual mineral biáxico con 2V variable entre 6° y 12°, según hemos podido comprobar en repetidas experiencias; la bisectriz aguda perpendicular a pinacoide básico 001 y los colores de polarización son vivos, dominando el amarillo y el rojo.

Al calor desprende agua *con mucha dificultad;* con el soplete se endurece, llegando a tomar una dureza igual a la ortosa, se exfolia y brilla con intensidad, pero difícilmente se consigue fundirle en los bordes; al vidrio de sal de fósforo produce el esqueleto silíceo, y con el nitrato cobaltoso y al calor toma coloración rosada. Inatacable por los ácidos.

El talco compacto y criptocristalino recibe el nombre de *esteatita* o *jabón de sastre;* la *esteatita* es más dura que el talco hojoso, 1,5, y es mate o poco brillante; muy deleznable y se presenta en masas nodulosas o pseudomórficas, según el

cuarzo, ortosa, baritina, topacio, etc., etc. La *piedra ollar* es producto complejo, constituído por mezcla de talco, clorita y algo de mica y asbesto, que se encuentra formando masas en los terrenos antiguos, Suiza, Tirol, etc., y se destina a la preparación de objetos refractarios.

Yace el talco en las pizarras cristalinas, constituyendo las talcosas, o diseminado en las serpentinas, dolomitas, calizas cristalinas, cloritosas, etc., etc. Tirol, Suiza, etc. En España es muy abundante; al Norte de Galicia y otros puntos españoles existe una roca empleada como piedra de construcción que recibe el nombre especial de *doelo*, y resulta ser, según el *Sr. Macpherson*, una asociación de talco y carbonato magnésico; según el *Sr. Quiroga*, el talco está unido con la calcita en el Puerto de Malagón y en la Sierra de Guadarrama. De *esteatita* existen potentes canteras en nuestra Península; son notables las de Sierra Nevada, descritas por *von Drasche*, que arman entre los filadios talcosos del cámbrico; en la Serranía de Ronda, en Hellín (Albacete) y algunos puntos de las provincias de Gerona y Barcelona se han explotado canteras de esteatitas, siendo muy notables las de la primera localidad por los microlitos de rutilo que contiene. Valdelacasa (Cáceres), Moncayo (Aragón), La Peña Prieta (Santander).

El talco, lo mismo que la esteatita, se usa para disminuir el rozamiento de los ejes de las máquinas; para quitar las manchas de los paños. En farmacia se destina, después de pulverizado, para recubrir las píldoras, convirtiéndolas en *perliformes;* también se destina para espolvorearlo en las cavidades de los moldes donde se van a obtener cilindros de ciertas substancias fundidas (nitrato argéntico, potasa, etc.).

A la *Esteatita* y a la *Agalmatolita* (arcilla) corresponde la *Pagodita*, con que los chinos confeccionan objetos y figuras de ornamentación.

Sepiolita.— *Espuma de mar.* — *Piedra loca.* — Silicato magnésico ácido hidratado. $(SiO^3)^3Mg^2H^2 + nH^2O$. Según otros: $(Si^3O^{10}Mg^2H^4$.

Amorfa o microcristalina. Masas compactas o nodulosas, rara vez pseudomórficas, según la calcita; fractura concoidea o terrosa; algo untuosa al tacto y con el carácter del *apegamiento a la lengua* en alto grado; color blanco o grisáceo, sin brillo, o, si lo tiene, es débil. Dur. 2 — 2,5; pes. esp. 1,2 — 2. Al dardo del soplete se contrae y resiste mucho antes de fundirse en los bordes en esmalte blanco; al vidrio de la sal de fósforo y con el nitrato cobaltoso se conduce lo mismo que la especie anterior. Resiste mucho la acción de los ácidos, pero al fin se descompone, si actúa cencentrado y auxilia

do por el calor, precipitando copos silíceos algo mucilaginosos.

Es frecuente que la sepiolita esté unida al carbonato magnésico, lo que hay que tener muy presente en las investigaciones y ensayos químicos.

La *Quincita* es variedad de sepiolita, de color rojo carmín, debido a una materia orgánica; se encuentra asociada al cuarzo en Quincy (Cher).

En el Asia Menor, que es donde existen los más potentes yacimientos de sepiolita, se halla interpuesta en las formaciones secundarias recientes. En España se encuentran importantes canteras en el terciario lacustre, como son las de Yepes y Cabañas de la Sagra (Toledo) y en el Cerro de Almodóvar y otros sitios próximos a Vallecas, en la provincia de Madrid, de donde proceden curiosos ejemplares; Valseca (Segovia), Las Dazas y San Fulgencio (Alicante).

Se usa para la construcción de hornillos refractarios y boquillas para fumar. Las del cerro de Almodóvar son muy blandas en la cantera, endureciéndose luego al perder el agua.

Serpentina. —Silicato magnésico ácido hidratado. $(SiO^4)^2Mg^3H^2 + H^2O$. Según *Groth:* $Si^2O^9(MgFe)^3H^4$.

Microcristalina o amorfa. Masas compactas, fibrosas o granudas; fracturas concoidea o desigual, astillosa; color verdoso, amarillento, con manchas o vetas obscuras; brillo craso o resinoso; blanda y tenaz. Dur. 3 — 4; pes. esp. 2,5 — 2,7. Con luz polarizada las fibrosas son birrefringentes, no verificándose la extinción total, sea cualquiera la posición que demos a la placa, por lo que hay que suponer que los individuos están agrupados sin orientación determinada.

Al dardo del soplete pierde el color y se pone blanquecina o grisácea; si continúa la acción del calor llega a fundirse, aunque con mucha dificultad, en los bordes, y muestra una incandescencia muy viva; si sobre el ensayo se agrega una gota de solución normal de nitrato cobaltoso (siempre que el ensayo sea blanco) y luego se somete al dardo del soplete, toma color rosáceo cárneo. Resiste mucho la acción de los ácidos; reducida a polvo, y tratada por el ácido sulfúrico auxiliado por el calor, precipita sílice gelatinosa.

Yace en las formaciones de pizarras cristalinas, en filones o capas que atraviesan los estratos sedimentarios o alternan con ellos. La serpentina es producto de descomposición del olivino, con intervención casi siempre de los piroxenos, anfiboles y enstatita. La *serpentina noble* procede generalmente de Egipto y Córcega. En España se encuentran importantes yacimientos de serpentina, siendo el más notable el de la Se-

rranía de Ronda, cuyo origen olivínico reconoció el *Sr. Macpherson*. De origen piroxénico o anfibólico es la serpentina del Barranco de San Juan en Sierra Nevada y la del filón que corta el macizo porfírico del Castillo de Las Guardas (Sevilla); es notable el dique serpentinoso de origen piroxénico que se encuentra enclavado en las anfibolitas y pizarras cloritosas en Santa María de Ortigueira (Galicia), estudiado también por el *Sr. Macpherson*.

La serpentina se usa en ornamentación; del Barranco de San Juan (Sierra Nevada) proceden las hermosas columnas del altar de San Miguel y mesa de Cálices de la Catedral de Granada y las columnas del altar mayor de las Salesas Reales de Madrid. Teniendo en cuenta el color de la serpentina, se usó contra las mordeduras de los ofidios venenosos, contra el cólico nefrítico, cefalalgias, etc.

Garnierita.—*Noumeita.*—$SiO^4(Ni . Mg)H^2 + nH^2O$. Según otros: $Si^4O^{13}(Ni . Mg)^2 + 2H^2O$. Considerada por algunos *haloisita* niquelífera. Realmente es una roca talcosa impregnada de hidrato niqueloso.

Hay ejemplares en los que el NiO llega a 45,15 por 100, y en otros, por el contrario, desciende hasta 2,32 por 100 y aún menos.

Mineral amorfo. Masas de color verde pálido y untuosas al tacto. Da francamente todas las reacciones del níquel. Pes. esp. 2,3 — 2,8. Encontrado por *M. Garnier* en la serpentina de Nueva Caledonia. Es de gran interés, por ser el mineral más usado para beneficiar el níquel.

GRUPO PIROXENOS Y ANFIBOLES

Grupo interesante de minerales que guardan entre sí grandes relaciones cristalográficas y químicas. Metasilicatos magnésicos, cálcicos, ferrosos, cristalizados en el Monoclínico, Rómbico o Triclínico.

La constitución química puede referirse al *diopsido* (Piroxeno) $(SiO^3)^2MgCa$, y a la *tremolita* (Anfibol) $(SiO^3)^4Mg^3Ca$.

Por la constitución química puede verse que la diferencia estriba en la duplicidad de la fórmula del diopsido para constituir la tremolita y disminución de la cantidad de calcio.

Se dividen en dos series:

Piroxenos: $110 : \bar{1}10 = 87° — 93°$ (sólido de exfoliación).

Anfiboles: $110 : \bar{1}10 = 124°$ o próximo.

Piroxenos

Por exfoliación resulta un sólido con 110 : $\bar{1}10$ = 87° — 93°. Comprende tres secciones: Piroxenos *rómbicos, monoclínicos* y *triclínicos*.

Piroxeno.—Metasilicato magnésico ferroso, a veces con silicatos alumínicos férricos. $(SiO^3)^2$. R = Ca, Mg, Fe.

Monoclínico. Se consideran variedades del piroxeno el *diopsido, dialaga* y *augita*.

Diopsido.—*Cocolita*.—$(SiO^3)^2MgCa$.

Cristales columnares de aspecto tetragonal. Exfoliación bastante fácil, según 110. Maclas según 100 y 001. Color verde o incoloro; brillo vítreo. Dur. 5 — 6; peso específico 3,3 — 3,5. Es curioso que produce el fenómeno de la dispersión inclinada, no con relación a los ejes reales, sino respecto a los ejes aparentes.

En España está citado en la Serranía de Ronda y en los Pirineos catalanes y Navarra. La variedad *cocolita* (diopsido ferrífero) fué estudiada por los *señores Quiroga* y *Prado*, y se presenta formando masas granudas verdosas, asociada al granate en varios puntos de la Sierra de Guadarrama (Robledo de Chavela, Puerto de Magón, Cerro del Diablo, próximo al Escorial, etc.).

Dialaga.—$(SiO^3)^2MgCa$. Mineral isomorfo con el diopsido; con frecuencia, parte del Ca y Mg está sustituído por Fe.

Cristales mal conformados, referibles a los del diopsido y augita. Masas estratificadas de color verde oliváceo o negruzco, y brillo nacarado o submetálico. Exfoliación según 100. Dureza, 4; pes. esp. 3,2—3,3.

Yace en las serpentinas, y es parte esencial de los gabbros. Córcega, Tirol (Wildschonay), en cuya última localidad, y sobre roca clorítica, existen ejemplares cristalizados. En España se encuentra en las ofitas de Pando (Santander), en los gabbros de Peñaflor y Cazalla de la Sierra (Sierra Morena), en algunos filones de Guadarrama, etc.

Augita.—$(SiO^3)^2(MgFe)Ca$.

Cristales cortos. Maclas frecuentes según 100. Masas compactas, granudas; color verde o pardo aterciopelado. Dur. 6; peso esp. 3,3—3,5. Fusible en masa vítrea, algo escoriforme, con débil acción magnética. Poco atacable por los ácidos.

Son variedades de la augita: la Fassaita, de color verde puerro o pardo y brillo intenso; cristales bien terminados; la Onfacita, masas informes de color verde prado. Forma parte esencial de varias rocas básicas. Vesubio, Etna, etc. En Es-

paña se halla en las diabasas de Sierra de Gredos, en las de Sierra Morena y Asturias; basaltos de Ciudad Real; el *señor Breñosa* la cita en las microdioritas y porfiritas de San Ildefonso (Segovia); la fassaita fué encontrada por el *señor Quiroga*, asociada a la magnetita, en Marbella (Málaga).

Anfiboles

Sólido de exfoliación: 110 : $\bar{1}10 = 124°$ o próximo. Comprende tres secciones: anfiboles *rómbicos*, *monoclínicos* y *triclínicos*.

Anfibol.—Metasilicato magnésico ferroso cálcico, a veces con silicatos alumínicos férricos. $(SiO^3)^4R^4$. $R^4 = CaMgFe$.

Monoclínico. Se consideran la *tremolita*, *actinota* y *hornblenda*.

Tremolita.—*Calamita.*—*Grammatita.* $(SiO^3)^4Mg^3Ca$.

Cristales columnares cortos. Exfoliación según 110.

Masas fibrosas o radiadas; color verdoso grisáceo o blanco; brillo sedoso característico, transparente o trasluciente. Dureza 5,5; pes. esp., 2,9 – 3,1. Birrefringente biáxica con signo negativo. $2V = 82° - 88°$; $2H = 100° - 101°$; $n_g = 1{,}634$ (d); $n_m = 1{,}623$; $n_p = 1{,}606$. La tremolita, no alterada por hidratación, es fusible al soplete e inatacable por los ácidos.

Los ejemplares de color claro reciben el nombre especial de *grammatita*. La tremolita algo hidratada toma aspecto fibroso y constituye las notables variedades conocidas con los nombres de *amianto*, *asbesto* y *cartón de montaña*. El *cartón* o *cuero de montaña* está formado por tenues fibras entrecruzadas que constituyen un tejido muy compacto; a veces este tejido es laxo *(corcho de montaña)*; el *amianto* está constituído por la agrupación de largas fibras flexibles, no adherentes entre sí y con brillo sedoso intenso; cuando la fibra no es flexible y aparecen aglutinadas, recibe el nombre de *asbesto*. Al soplete resisten mucho antes de fundirse; pero al fin lo hacen en esmalte grisáceo. Inalterable por los ácidos.

Yace la tremolita cristalizada en la dolomita de San Gothardo (Valle de Tremola), y la fibrosa en las pizarras talcosas y en las calizas granudas de Sajonia, Escocia, Pirineos, etcétera. En España yace en las calizas del arcaico, Sierra Nevada, Serranía de Ronda, Sierra Morena, Sierra Blanca, etc.; en la dolomita granular asociada con la pirita en la provincia de Guipúzcoa; en los filadios carbonosos silúricos de Palazuelo (Zamora). Las variedades *asbesto, amianto* y *cartón de montaña* tienen representación en nuestra Península. Ejem-

plares de *amianto* y *asbesto* se encuentran en Asturias, en las calizas de Nuria (Gerona), Almería, Alpujarras, Sierra Nevada, etc.; *amianto papiráceo* lo hay entre la sepiolita del cerro de Almodóvar (Madrid).

El *amianto* tuvo y tiene, en la actualidad, bastante importancia; en los laboratorios se destina, después de haber sido lavado y preparado convenientemente, para la formación de tacos destinados a filtrar aquellos líquidos que se descomponen en contacto de las substancias orgánicas, así como también para la preparación de mechas inalterables. Se usó para la preparación de telas incombustibles, en las que envolvían los cadáveres de personajes ilustres para luego someterlos a la cremación y conservar sus cenizas. Un monje benedictino, del monasterio de Corias, intentó la preparación de papel incombustible en que había de escribirse con tinta indeleble e inalterable a la acción del fuego, que no dió resultado práctico. En medicina se usó como detersivo y para combatir la sarna y parálisis.

ACTINOTA.—$(SiO^3)^4(MgFe)^3Ca$.

Cristales como los estudiados de tremolita. Masas fibrosas de color verde; raya blanco-verdosa, lo mismo que el polvo del mineral; trasluciente u opaca. Dur. 5—5,5; peso específico, 2,9—3,3. Signo negativo. Presenta marcado dicroísmo; mirada en la dirección del eje de máxima elasticidad muestra color verde, siendo amarillento en la dirección del eje de media y mínima. Fusible al soplete, produciendo masa vítrea de color verde negruzco o vítreo.

Yace en la serpentina y rocas talcosas. Sajonia, Tirol, San Gothardo, etc. En España se encuentra asociada a la magnetita o independiente, constituyendo masas verdes de diferente espesor. Marbella, Sierra Nevada, Sierra de Gádor, etc. Son notables, ópticamente considerados según *Des Cloizeaux*, los individuos porfídicos que se encuentran en las andesitas anfibólicas del Cabo de Gata.

HORNBLENDA.—*Basaltina.*— *Pargasita.* $(SiO^3)^2(MgFe^3)Ca$.

Cristales, los descritos al tratar de la tremolita, y, como ésta, la exfoliación y la macla.

Masas de estructura fibrosa u hojosa y compacta; color verdoso o negruzco, raya clara, brillo vítreo. Dur. 5,5; peso específico, 3,1—3,4. Signo positivo, excepción hecha de las variedades muy ferríferas, que son negativas. Fusible al soplete; las muy ferríferas se disuelven, en parte, en el ácido clorhídrico.

Dos series de hornblendas pueden distinguirse: una, representada por la *basáltica*, y otra por la *común* u *hornblenda propiamente dicha*. La *hornblenda común* se presenta en cris-

tales, generalmente confusos, implantados o en masas granudas fibrosas u hojosas de color verde puerro, a veces negruzco hasta negro intenso, mostrando los caracteres ópticos anteriormente citados. La *basáltica* presenta cristalizaciones bien determinadas, y muestra policroísmo intenso de tintas pardas muy característico.

La *hornblenda común* yace en las pizarras cristalinas y en las rocas básicas, de las que suele formar parte integrante; en las dioritas, sienitas, anfibolitas, etc.; la *hornblenda basáltica* yace en las rocas eruptivas, siendo elemento accesorio de los basaltos y tobas basálticas. Vesubio, Etna, Bohemia, etc. En España es abundante en la fayaita de la región pirenaica desde Navarra hasta Cataluña, así como también en Galicia; en agregados aciculares en la sienita de Miraflores (Madrid), en el gneis de la Sierra de Gredos y Guadarrama, Puertollano, Almadén (Ciudad Real), Peñalva (Guadalajara), etc. Hermosos cristales de *hornblenda basáltica* se encuentran en Cabo de Gata, donde se presentan aislados debido a la descomposición de la andesita donde yacían. El *señor Quiroga* estudió una hornblenda de aspecto basáltico en un lamprofiro de Peguerinos (Madrid); *Macpherson* la cita en las porfiritas anfibólicas de Sierra Morena, y el *señor Calderón* describió una hornblenda encontrada en el Cerro del Calvario, en Morón, de aspecto musgoso y origen secundario.

La hornblenda es fundente en la metalurgia del hierro.

GRUPO DE LA CORDIERITA

Silicatos alumínicos y otras bases. Minerales accesorios de ciertas rocas ácidas (granitos, gneis), con dureza 7 ó más elevada, por excepción de 2 a 3.

Berilo.—*Agua marina.*—*Esmeralda.*—Silicato alumínico glucínico. $(SiO^3)^6Al^2Gl^3$.

Además contiene pequeñísima cantidad de Cr, que es el que comunica el color verde a este mineral.

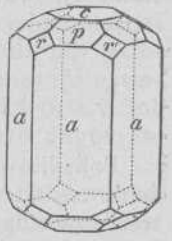


Fig. 115

Exagonal. — Cristales columnares por preponderancia de $10\bar{1}0$. (Fig. 115.)

Exfoliación según 0001. A veces las caras $10\bar{1}0$ muestran estriaciones verticales.

Fractura concoidea o desigual; color diverso según las variedades; brillo vítreo, transparente o trasluciente. Dur. 7,5—8; peso esp., 2,6—2,7. Al conoscopio muestra fenómenos anó-

malos; birrefringente con signo negativo; unas veces aparece uniáxica, pero con frecuencia la figura de interferencia muestra dos ramas de hipérbola, por cuya razón el cristalógrafo *Mallard* supone que los cristales de esmeralda son miméticos, y están formados por la reunión de individuos rómbicos.

Infusible o fusible solamente en los bordes; inatacable por los ácidos.

Tres son las variedades que presenta el mineral estudiado, distinguibles por el color y limpieza de los cristales: *esmeralda*, verde característico; *agua marina*, verde azulada; *berilo*, verde sucio, amarillento y hasta incoloro.

Yace en los terrenos de cristalización y en el cretáceo, en el gneis, granito y en las rocas calizas. Hermosos ejemplares de *esmeralda* proceden del valle de Tunka (Nueva Granada), Salzburgo (Alemania); la mayor parte de los ejemplares antiguos proceden de la India. El *agua marina*, sobre todo los ejemplares límpidos, proceden de la Siberia y de Minas-Geraes (Brasil). Los berilos buenos son de las Indias Orientales, Montes Urales, etc.

En España se encuentra berilo ordinario, implantado o destacado de la roca granítica. Santiago, en Monte Pedroso (Coruña), en varios sitios de la provincia de Pontevedra, Miraflores de la Sierra (Madrid); nosotros hemos recogido algunos ejemplares en la Sierra de Béjar (Cáceres); Soto de los Infantes (Asturias), Sierra Nevada, etc.

El berilo tiene importancia, puesto que de él se extrae la glucina. En joyería las variedades limpias, sobre todo las *esmeraldas*, son piedras finas de gran valor. En la antigüedad tuvo gran fama como substancia medicinal; era uno de los cinco fragmentos de piedras preciosas; fué preconizada la acción cordial, astringente, etc. Los griegos y romanos la creían específico para combatir las enfermedades de la vista.

GRUPO DE LOS FELDESPATOS

Polisilicatos alumínicos con otras bases. Derivan del ácido trisilítico $Si^3O^3H^4$, procedente de la condensación de tres moléculas de ácido ortosilícico y separación de $4H^2O$ $(3SiO^4H^4) - 4H^2O = Si^3O^8H^4$.

En la serie de las Plagioclasas hay un silicato — el de la *anortita*—que se supone derivado del silicato de la *albita*, por sustitución del grupo atómico (SiNa) por el de igual valor (AlCa).

Corresponden al Monoclínico y Triclínico. Dos direccio-

nes de exfoliación: una según el pinacoide básico 001, y la otra en la dirección del clinopinacoide 010. Dur. 6—6,5. Fusibles al soplete; difícilmente atacable por los ácidos. Minerales comunes y preponderantes de las rocas silicatadas.

Comprende dos series:

Ortoclasas. —Ang. de exf. 001 : 010 = 90° — 89°,40′.

Plagioclasas *(Clinoclasas)*. — Ang. de exf. 001 : 010 = 86°,50′ — 85°,50′

Serie Ortoclasas

Ortosa

Trisilicato alumínico potásico. $(Si^3O^8)^2Al^2K^2$ o Si^3O^8AlK.

Monoclínico; preponderancia del clinopinacoide 010, con 110, 001 y domos. Los cristales comprimidos lateralmente —dominio del clinopinacoide—son muy característicos de la ortosa. Maclas diversas según estas leyes: 1.ª *Ley de Carlsbach* (fig. 116): plano de gemelismo 010, siendo el eje el vertical, girando los dos cristales 180°. 2.ª *Ley de Manebach:* plano de macla 001. 3.ª *Ley de Baveno:* plano de macla 021. A veces aparecen maclas centradas, formadas según 001 y 021.

Fig. 116

Exfolición fácil según la base 001 y según el clinopinacoide 010. Estructura granuda, laminar o compacta; fractura concoidea, desigual o astillosa; color blanco lácteo, amarillento, cárneo y a veces verde; raya grisácea o blanca; brillo vítreo, nacarado en la base; transparente o trasluciente en los bordes. Dur. 9; pes. esp. 2,5 —2 ,6.

Birrefringente biáxica con signo negativo; mirada en el microscopio petrográfico una lámina desprendida por exfoliación, según 010, se observa que las direcciones de extinción constituyen con la arista de intersección del 010 y 001 ángulo de 5° y 18′ y con la arista de 110 y 010 ángulo de 69°,10′ en luz roja.

Al dardo del soplete resiste mucho antes de fundirse, pero llega a hacerlo en masa vítrea, turbia y algo ampollosa; al vidrio de sal de fósforo produce, aunque con dificultad, el esqueleto silíceo. Insoluble en los ácidos; atacable por el fluorhídrico y el sulfúrico auxiliado por el calor.

La ortosa presenta las variedades siguientes: *Pegmatolita* es la ortosa más frecuente; color blanco lácteo, brillo nacarado, opaca o a lo más algo trasluciente. *Adularia,* incolora,

diáfana, brillo vítreo intenso y casi siempre bien cristalizada. *Piedra de luna*, trasluciente y con reflejos nacarados

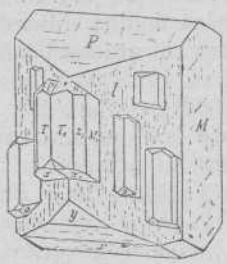


Fig. 117

Es frecuente la asociación de la ortosa con la albita. (Figura 117.)

Es uno de los minerales más abundantes y repartidos por la naturaleza, constituyendo, en unión del cuarzo y la caliza, la mayor parte de la corteza terrestre: es elemento esencial de casi todas las rocas cristalinas, *pórfidos, traquitas, dioritas, gneis* y sobre todo el *granito*, que llega a formar grandes montañas. La ortosa se une al cuarzo, resultando roca homogénea, compacta, que recibe el nombre de *granito gráfico*. Hermosos ejemplares de *pegmatolita* con la macla de *Karlsbad* se encuentran en Karlsbad (Bohemia). En España en la cordillera Carpetana, Galicia, etc., y donde hay terreno granítico. La *adularia* en los Alpes y en el Vesubio, la *piedra de luna* en Ceilán.

Serie Plagioclasas

Serie muy notable estudiada por *Tschermak*, constituída por los silicatos de la albita y anortita, o sean los términos extremos de la serie plagioclasas.

$$\underset{\text{Albita.}}{m\,Si_3O^8AlNa} + \underset{\text{Anortita.}}{n\,Si^2AlO^8AlCa}$$

Los valores de *m* y *n* son números enteros sencillos. El siguiente cuadro da idea de la constitución química de estos minerales, según la teoría de *Tschermak*.

Ab^1An^0	Ab^8An^1	*Albita.*
Ab^3An^1	Ab^6An^1	*Oligoclasa.*
Ab^3An^2	Ab^4An^3	*Anaesina.*
Ab^1An^1	Ab^1An^2	*Labradorita.*
Ab^1An^3	Ab^1An^6	*Bytownita.*
Ab^0An^1	Ab^1An^8	*Anortita.*

El análisis demuestra la existencia de términos intermedios, que se denominan con los nombres de *albita-oligoclasa, oligoclasa-andesina, andesina-labradorita, labradorita bytownita, bytownita-anortita*. La teoría está fundada en el análisis cualitativo y cuantitativo de las substancias; el volumen molecular de la albita es doble que el de la anortita y, por con-

secuencia, facilidad en la unión de las dos moléculas, la característica morfológica de los minerales de la serie es intermedia entre los dos términos extremos; y, por último, el aumento gradual del peso específico desde la albita a la anortita.

Todas corresponden al Triclínico, con ángulo de exfoliación 001 : 010 = 86°,50′ — 85°,50′. De los valores angulares indicados se desprende que los cristales muestran forma límite monoclínica, y por todo ello las relaciones axiales han de ser próximas y de escasa diferenciación. Cristales complicados, formados por láminas hemitropiadas, según un plano que siempre corresponde a la zona 001 : 100, por cuya razón se originan estrías sobre el 010, que representan maclas.

ARCILLAS

Productos naturales complejos procedentes de la descomposición de materias minerales, principalmente de los compuestos feldespáticos, y constituídos por mezclas de diferentes substancias, en las que domina silicato alumínico hidratado.

Las substancias que se mezclan con el silicato alumínico hidratado son diversas, siendo las más comunes los carbonatos cálcico y magnésico, hidrato férrico, sílice y otras materias procedentes de la destrucción química y mecánica de las rocas.

Hemos dicho que las arcillas proceden de la descomposición de las rocas feldespáticas principalmente; el agua que lleva en disolución ácido carbónico actúa, por ejemplo, sobre la *ortosa*, qne es trisilicato alumínico potásico anhidro, y la descompone formándose ortosilicato alumínico ácido hidratado, carbonato potásico y sílice libre, según expresa la reacción siguiente:

$$(Si^3O^8)^2Al^2K^2 + 2H^2O + CO^2 = (SiO^4)^2Al^2.H^2, H^2O + CO^3K^2 + 4SiO^2.$$

En el caso que el silicato alumínico resultante quede junto a la roca de donde procede *(in situ)*, se conserva bastante puro; pero es frecuente que esta substancia, juntamente con las demás materias de la roca feldespática y otros detritus minerales, sean arrastradas por las aguas y depositadas en sitios próximos o lejanos, libre de la acción mecánica de la corriente.

Las arcillas son difíciles de caracterizar en conjunto por

la heterogeneidad y diversidad en la constitución química de ellas; sin embargo, tienen algunos caracteres por los que pueden diferenciarse: presentan el carácter de apegamiento a la lengua, y humedecidas o echadas el aliento, desprenden olor especial llamado *arcilloso* o de *tierra mojada;* al calor desprenden agua, se contraen y se endurecen y no se funden si son puras; en estas condiciones de pureza, se hace patente la alúmina, porque, calentadas con el soplete y humedecidas con una gota de solución normal de nitrato cobaltoso, toman coloración azul.

Châtelier divide el grupo de las arcillas en cinco secciones, diferenciadas por sus caracteres químicos: 1.ª *Caolinita.* 2.ª *Haloisita.* 3.ª *Alofana.* 4.ª *Pirofilita*, y 5.ª *Montmorillonita.*

Sección de la Caolinita.—A los 770° quedan completamente anhidras, y casi no experimentan transformación molecular a los 1.000°.

Sección de la Haloisita.—A los 250° pierden el agua de interposición; a los 400° la de constitución, y a los 1.000° la alúmina se hace insoluble en los ácidos.

Sección de la Alofana.—Pierden toda el agua entre los 150° y 400°, experimentando la alúmina cambio molecular a los 1.000°; contienen generalmente compuestos de cobre.

Sección de la Pirofilita.—Quedan completamente deshidratadas entre los 700° y 850°, sin desprender calor a los 1.000°; con el soplete ni se contraen ni se funden.

Sección de la Montmorillonita.—Al calor se endurecen; están fuertemente hidratadas, cuya agua pierden a los 200°; se deslíen en el agua sin formar pasta coherente.

Caolinita —*Caolín.* — *Tierra de porcelana.* — $(SiO^4)^2 Al^2H^2 + H^2O$.

Monoclínico.—En los cristales de Anglesea y Red Mountain, Colorado, se ha podido estudiar la relación áxica; están formados por 110, 111, 010 y 001. Según *Des Cloizeaux*, aparecen maclas trigeminadas parecidas a las del Clinocloro. Pseudomórfosis, según el topacio, berilo y algunos feldespatos. Masas terrosas o compactas; color blanco o gris; brillo nacarado, adamantino o mate. Dur. 1; pes. esp. 2,2 — 2,4. Biáxica, con signo negativo. Infusible; a los 770° pierde todo el H^2O; fusible con carbonato sódico; con el nitrato de cobalto sin previa disgregación produce color azul. Atacable por el SO^4H^2 en caliente, con separación de sílice.

Aparece relacionada con los granitos y pegmatitas. Sajonia, Bohemia, Inglaterra, etc. En España son innumerables los sitios donde existe *caolín*, habiendo sido explotado en la mayoría de ellos; merecen ser citados los de la zona de la costa

de Galicia; Torrelodones, Valdemorillo, Cercedilla, Puerto del Paular en la Sierra de Guadarrama; Murueta y Forna (Bilbao); Tras de Alpuente, La Yesa (Valencia), Elchecico de la Sierra (Albacete), Cartagena (Murcia), Termiñón (Burgos), Cordillera de los Obarenes, Sierra de Toloño (Logroño), Sigüenza (Guadalajara), Guillena (Sevilla).

El caolín es primera materia para la fabricación de la porcelana. En farmacia se usa como materia inerte en la preparación de ciertas píldoras, como las de nitrato argéntico y permanganato potásico; también se usa en la obtención del sulfato alumínico.

Nacrita.—Considerada variedad de caolinita. En escamas nacaradas de color blanco. Dur. 0,5; pes. esp. 2,35 — 2,63. Al calor se hincha y desprende H^2O. Citada en Montánchez y en la montaña próxima a Cáceres.

Litomarga.—Unos la refieren a la caolinita, y otros a la haloisita. Masas compactas rojas, azules, amarillas, pardas. Montaña de Cáceres (Cáceres), Cercedilla (Madrid), Pedroso (Sevilla).

Haloisita.—Masas nodulares o reniformes; color blanquecino o amarillo verdoso; brillo vítreo o craso. Dur. 1,5 — 2,5; peso específico 1,92 — 2,20. Infusible; con el SO^4H^2 se descompone, separándose sílice. Haloisita ferrífera se halla alternando con siderosa, en el término de Mieres, al N. de Caldas de Oviedo (Asturias); San Roque (Santander), Sierra de Guadarrama; en la caja del filón de la mina *Juanteniente*. Pedroso (Sevilla), Cartagena (mina *Quijote*).

Montmorillonita.—$Si^7O^{20}Al^4 + 2\ H^2O$. Masas informes, blandas, deleznables, parecidas al jabón; color gris, amarillento o rosado. Al soplete desprende H^2O y se endurece sin fundirse; atacable por el SO^4H^2. Citada en Guimaraes (Portugal.).

Pirofilita.— $(SiO^3)^4Al^2H^2$. Masas bacilares, quizá monoclínicas o rómbicas; signo óptico negativo y birrefringencia 0,041; color verde o blanquecino; brillo nacarado. Citada en Valdelacasa (Cáceres).

Alofana. —$SiO^5Al^2 + n\ H^2O$. Masas informes de fractura concoidea; color azulado, verde, rojizo o amarillento; brillo vítreo o céreo; trasluciente. Dur. 3; pes. esp. 1,85 — 2,02. Comunica al dardo del soplete color verde, debido a compuestos de cobre que lleva en mezcla. Desprende gran cantidad de agua y se endurece. Mineral coloide, que a veces contiene cerca de 40 por 100 de H^2O.

Villagarcía (Badajoz), Montaña de Cáceres (Cáceres), Peñaflor (Sevilla).

Pagodita.—Masas compactas, suaves al tacto; color verde pálido y brillo craso *(agalmatolita)*, otras veces con manchas o veteados rojos y grises *(pagodita)*. Dur. 2,5 — 3; peso específico 2,75 — 2,87. Por el calor desprende H^2O. Atacable por el SO^4H^2.

China, Hungría, etc. La agalmatolita está citada en España en Bajol (Pirineo de Gerona) y en Zarzalejo (Madrid).

A esta especie se refiere parte del mineral llamado *pagodita*, con que los chinos e indios construyen objetos y figurillas artísticas, tan conocidas en el comercio.

Arcillas sedimentarias. — Arrastrado por las aguas el silicato alumínico juntamente con otras materias minerales, cuarzo, hidrato férrico y detritus resultantes de la descomposición de las rocas, van a parar a sitios tranquilos donde son depositados, *sedimentados*, en unión del *limo* y demás substancias que estaban suspendidas en el agua por la acción y fuerza de la corriente. Estas arcillas sedimentarias son, por consecuencia, productos muy complejos, de composición química muy variable y sin forma determinada, por lo que, con recto criterio, no debían estudiarse en mineralogía. A este grupo corresponden las *arcillas plásticas* de colores diversos, según la proporción de hidrato férrico qne contengan; generalmente son grisáceas, amarillentas o rojizas; a veces negruzcas debido a materias bituminosas; presentan el carácter de apegamiento a la lengua en alto grado, y, sometidas al calor, desprenden H^2O, sufriendo gran contracción al quedar sin agua de interposición; ésta se encuentra en la proporción de 10 a 12 por 100. Las *arcillas refractarias*, que la inmensa mayoría son sedimentarias, son muy plásticas y tienen color blanco amarillento, a veces negruzco; son destinadas para la fabricación de ladrillos, crisoles, pucheros y otros objetos. *Arcillas esmecticas*, *tierra de batán*, contienen de 20 a 25 por 100 de agua; arcillas blandas, homogéneas, suaves al tacto, color blanco grisáceo, más generalmente verdoso o negruzco; desleídas en el agua no forman pasta coherente; al soplete llegan a fundirse en los bordes en un esmalte gris verdoso y se descomponen con los ácidos. Por la propiedad que tienen de disolver las grasas, se destinan para limpiar y desengrasar los paños. Las *gredas* y las *margas* se consideran arcillas mixtas, constituídas por la mezcla de arcillas *plásticas* y *esmecticas;* la *greda* es arcilla muy silícea y de tacto áspero, que llega a adquirir con el agua gran consistencia; y la *marga* es arcilla muy caliza, tanto que a veces llega la proporción de carbonato cálcico a 50 por 100.

Hay un grupo de arcillas que se conocen con el nombre

genérico de *bol;* son arcillas muy ferruginosas y complejas, pero constituídas principalmente por silicatos alumínicos férricos hidratados; a éstos se unen óxido férrico, carbonato cálcico, etc., etc. Corresponde a este grupo el *bol armenico*, que es arcilla fuertemente cargada de óxido férrico; se presenta en masas informes rojizas, suaves al tacto y deleznables; desleído en el agua no forma pasta coherente; al soplete llega a fundirse en los bordes en esmalte verdoso o pardusco; atacable por los ácidos.

Antiguamente se encontraban en el comercio unas arcillas llamadas *tierras selladas,* que las presentaban en forma de panecillo con uno o dos sellos, y de color amarillento, grisáceo o verdoso; según las suertes, gozaban de gran celebridad las de *Samos*, *Chipre*, etc.

Yacimiento y usos de las arcillas.—Ya nos hemos ocupado del yacimiento de las arcillas *químicas*, llamadas así porque se presentan en filones o como materias resultantes de la acción de las aguas termales y son relativamente puras.

Hay arcillas, el *barro o tierra de Zamora,* que contiene interpuesto cuarzo y mica y forma grandes depósitos en Brandilanes y Muelas del Pan (Zamora), y procede de la alteración del granito: se usa con mucho éxito en la construcción de hornillos, retortas, crisoles, muflas de laboratorio y hornos portátiles para cocer el pan. De *arcillas plásticas* merecen ser citadas en primer término la rojiza y lustrosa de Tierra de Barros (Badajoz), pudiéndose asegurar que la riqueza de esa región ribereña del Guadiana depende del dominio de esta arcilla en los terrenos laborables; se usa también con buenos resultados, en la alfarería fina. Existe una arcilla plástica talcosa conocida con el nombre de *tierra blanca* en Andalucía, la Mancha, Cáceres, etc., que yace en las pizarras silúricas y es muy usada para enjalbegar o blanquear las casas. Las *launas* y el *sargado,* que son arcillas moradas y blanco-amarillentas, respectivamente, son muy abundantes en la parte del litoral comprendido entre Málaga y Cartagena, siendo destinadas, principalmente la última, al modelado y fabricación de figuras artísticas, hoy de gran fama en el comercio. Arcillas plásticas usadas en la cerámica, en la fabricación de pucheros, cazuelas, platos y otros artículos de cacharrería, se encuentran en muchos puntos de la Península.

Próximo a los criaderos de pirita de hierro, en la provincia de Huelva, existen *arcillas refractarias* silíceo-magnesianas, blancas o grisáceas, que proceden de la descomposición de los pórfidos; estas arcillas, así como otras de Valdepeñas

y Málaga, se usan en la construcción de ladrillos refractarios, hornillos de fundición y otros objetos industriales.

Las *arcillas esmécticas o tierra de bataneros* existen en varios puntos de la Península: Garlitos (Extremadura), Tarrasa y Manresa (Barcelona), Alcoy (Alicante). En Lebrija (Sevilla) hay una arcilla cálcico-magnésica, que fué analizada por el *señor Calderón*, llamada *tierra de vino*, muy usada en la clarificación del vino y otros líquidos alcohólicos; en los alrededores de Segovia se encuentra arcilla esméctica glauconífera, muy usada en la parte central de España para quitar las manchas de grasa a los paños.

Arcillas *margosas* y *gredosas* son frecuentes en nuestro país; muy notables las margosas piocénicas algo azuladas de Huelva, Cádiz y Sevilla, por estar cargadas de caparazones de foraminíferos y ser tan finas, que sirven para modelar; la gredosa o sabulosa del Montjuich (Barcelona), llamada en el país *terra d'escudellas*, muy usada para limpiar los metales y la loza; la *piedra litográfica*, que hoy se está explotando en diferentes puntos de Guipúzcoa, en Vizcaya y Asturias.

El *bol* se considera substancia metamórfica resultante del contacto de los basaltos con las areniscas abigarradas o con el granito, por cuya razón siempre se encuentra relacionado con los basaltos. Sajonia, Banató, etc. El *bol arménico* y las *tierras selladas* gozaron de gran fama en la antigüedad; hoy no tienen uso alguno, sobre todo estas últimas.

X.—PRODUCTOS Y COMBINACIONES ORGANICAS

Productos naturales complejos carbonosos; mezclas de hidrocarburos, a veces sales definidas de ácidos orgánicos.

Comprende: 1.° Sales orgánicas. 2.° Hidrocarburos. 3.° Ceras (Resinas). 4.° Carbones.

1.°—SALES ORGANICAS

Sales de los ácidos mélico y oxálico. Al calor en tubo abierto, o en el carbón con el dardo del soplete, se descomponen sin producir llama, o si la producen es muy débil.

Melita.—Melato alumínico. $C^6O^{12}Al^2 + 18\ H^2O$. Tetragonal. Amarillo pálido o rojizo; brillo resinoso, algo vítreo; transparente o trasluciente. Dur. 2; pes. esp. 1,5 — 1,7. Al calor desprende agua y se carboniza; al dardo del soplete se descompone con facilidad, emitiendo llama azulada muy débil, debido al óxido de carbono que se desprende; deja en la cavidad del carbón residuo blanquecino de alúmina; si sobre este residuo se agrega una gota de solución normal de nitrato cobaltoso, volviendo a dirigir el dardo, toma el ensayo coloración azul característica. Suele encontrarse en pequeñas cantidades en el terreno carbonífero acompañando al lignito. Rusia, Bohemia, Moravia.

Whewelita.—*Conistonita*. — Oxalato cálcico hidratado. $C^2O^4Ca + 3\ H^2O$. Monoclínico. Color blanquecino o níveo; brillo vítreo. Dur. 2,5; pes. esp. 1,83. A la acción del calor en tubo de ensayo desprende agua, y el mineral se convierte en carbonato cálcico. Se descubrió en una mina de cobre en Coniston, Cumberland (Inglaterra).

Humboldita.— *Oxalita*. — $2\ C^2H^4Fe + 3\ H^2O$. Rómbico; según otros, tetragonal. Cristales aciculares; color amarillo rojizo. Dureza 2: peso específico 2,5. Sobre el carbón desprende agua y CO^2. Calentada en tubo de ensayo con SO^4H^2 desprende CO^2 y CO. En los lignitos de Hungría, Bohemia, etc.

2.°—PRODUCTOS HIDROCARBURADOS

Llamados también «petróleos» y «betunes»; son productos naturales formados por la mezcla de hidrocarburos, de diversas series y estados físicos.

Origen de los productos hidrocarburados. — Muchas teorías han sido propuestas para explicar el origen de los betunes, especialmente del Petróleo. Unos los suponen productos resultantes de fermentaciones de materias orgánicas sepultadas, producidas por microorganismos bacterianos, cuya especificación, hasta el presente, nadie ha precisado.

Mendelejeff hace derivar los hidrocarburos naturales, y en general los betunes, de los carburos metálicos, principalmente el de hierro, que en presencia del agua disociada forman óxidos del metal correspondiente y un hidrocarburo, el metano CH^4, que condensándose y polimerizándose, origina todos los restantes hidrocarburos. Esta teoría está hoy casi abandonada, ya que a ella se oponen, entre otros caracteres, el de la *actividad óptica*, peculiar de las *substancias orgánicas;* sólo el cuarzo y el cinabrio son activos entre los minerales.

Hoy es aceptada por la mayoría de los geólogos la teoría de *C. Engler,* según la cual, los petróleos y betunes, en general, proceden de la descomposición lenta, a alta temperatura y fuerte presión, de las materias *grasas* y *céreas* de los animales marinos y aun vegetales sepultados en la tierra, y todo ello a través de miles y miles de años.

Si en un aparato cerrado se somete a elevada temperatura y presión el aceite de pescados, se forma un líquido de similar aspecto y constitución química que el Petróleo Americano. El autor de esta teoría afirma, y así se demuestra en la práctica, que la diversidad de los petróleos naturales es debida, no a que fueran diferentes las materias grasas o céreas que los originaron, sino a las condiciones distintas de temperatura, tiempo y presión en que fueron formados.

Según *Engler*, la formación de los petróleos ha reconocido dos fases bien distintas: una, la primera, consistió en la descomposición de la materia grasa y formación de hidrocarburos saturados y no saturados; la segunda fase se caracteriza por la producción de *naftenos*, o sean los hidruros de carburos saturados, así como moléculas de productos *asfaltóidēos* (oxigenados) y compuestos sulfurados.

La actividad óptica es debida a cierta substancia activísima y dextrogira, procedente de las colesterinas.

La presencia de agua salada con indicios de iodo en los petróleos (Bakú y Pensilvania) demuestran que fueron especies marinas las que principalmente tomaron parte en la formación de los betunes. Las materias céreas procedieron de algas, y dentro de ellas, especialmente, de diatomáceas.

Petróleo.—Conocido también con el nombre de «aceite mineral» o «aceite de piedra»; es un producto natural conocido desde los tiempos más remotos, así como el producto de su resinificación, Asfalto o «Betún de Judea». Pero aun cuando su conocimiento se remonta a los albores de la Historia, su industrialización, su explotación es de mediados del siglo pasado (1857-1859); en esta fecha empezaron a explotarse los petróleos de América (Pensilvania), y luego los poderosos yacimientos del Cáucaso y Galitzia. El petróleo y sus derivados son elementos fundamentales para la vida moderna, y por consecuencia, es uno de los artículos comerciales de primer orden.

La presencia del petróleo es más general de lo que se supone; existe en todos los países del mundo, o en casi todos; pero en la mayoría de los yacimientos no aparece en cantidades compatibles con una explotación industrial. De todos los yacimientos conocidos, los que sobresalen por su colosal potencia son los de América del Norte y Sur—que luego indicaremos—y los europeos de Rusia y países balcánicos. Los hay en Inglaterra, Francia y Alemania; el célebre petróleo de Amiano, próximo a Parma (Italia), hoy está casi agotado, y, finalmente, en España también existe, pero en tan pequeñas cantidades, que apenas si merecen los honores de la explotación; son estos yacimientos los de Puerto del Escudo (Santander), Pont de Molins y San Juan de las Abadesas (Gerona), Cova del Oli (Tarragona), Hidobro (Burgos), Molina y Sigüenza (Guadalajara), Conil (Cádiz), Bayarque (Almería) y algunos otros todavía menos importantes.

Para su estudio, dividiremos los petróleos en dos grupos, a saber: *Petróleo de América* y *Petróleo de Rusia*, y a éstos referiremos los demás y sus derivados.

Petróleo Americano

Conocido con este nombre y con el de «Petróleo de Pensilvania». Químicamente considerado, es una mezcla de hidrocarburos de la serie C^nH^{2n+2}, o sean hidrocarburos saturados o forménicos; pero con tal representación, que no falta ni uno de la serie, desde el menos al más rico en carbono. Unidos a

estos hidrocarburos aparecen también otros de la serie aromática, entre los cuales está bien definido el trimetilbenzol $C^6H^3(CH^3)^3$, llamado también *mesitileno*, hallado en el petróleo americano en la proporción de un 8 por 100; también se halla el *seudocumol* y también de la serie etilénica y nafténica. El petróleo del Canadá contiene *exileno* C^6H^{12} y algunos homólogos. Tampoco es raro hallar en estos petróleos compuestos oxigenados, nitrogenados y sulfurados.

El petróleo bruto, el natural, de Pensilvania es un líquido fluorescente, pardo o negruzco, de olor especial bituminoso; peso específico de 0,78 a 0,82. A la luz polarizada es débilmente dextrogiro.

Las fuentes principales del petróleo americano están en Pensilvania y Virginia y en la parte occidental del Estado de Nueva York; la parte más rica es el valle «Oil-Creek», y de éste, la «Oil-City», de donde salen millones de toneladas. También hay mucho petróleo en el Canadá, en el golfo de San Lorenzo, así como también en Bolivia y el Perú. Los yacimientos del Canadá están en el silúrico y devónico en una formación caliza, cuyas rocas están empapadas del aceite mineral; los yacimientos de Pensilvania son de la capa superior del devónico, en las cavidades de una arenisca blanda, descompuesta.

Claro es que la riqueza petrolífera depende de la calidad, abundancia y facilidad de explotación; en los cotos mineros de Pensilvania y Canadá—que son los más conocidos—son muchos los pozos donde el petróleo sale con presión, formando abundantes fuentes. En otros yacimientos se hacen pozos, y como el terreno está empapado de petróleo, éste afluye a ellos, de donde es extraído con bombas u otros procedimientos similares.

El petróleo natural de Pensilvania no puede usarse tal como sale de los pozos mineros, por cuya razón es menester purificarlo; esta purificación la hacen en las grandes destilerías de las minas o bien en fábricas especiales construídas con tal objeto; son famosas las de Nueva York, Cleveland y Pittsburgo. En las destilerías de las minas lo que suele hacerse, para facilitar luego el transporte, es fraccionar el petróleo en tres partes, que son: *nafta de petróleo* que destila hasta 150°, que rinde de un 10 a un 20 por 100. De 150° a 300° separan el *petróleo queroseno* o «petróleo de arder», que viene a ser de 60 a 70 por 100 del petróleo bruto; y, finalmente, de 300° para arriba resulta aún del 15 al 20 por 100 de los llamados *aceites pesados*. Las refinerías o fábricas especiales de destilación fraccionada—algunas hay en España—pu-

rifican y fraccionan más y más los productos; así, por ejemplo, el petróleo de arder—hoy de tasado uso—antes de entregarlo al comercio lo purifican por tratamientos con ácido sulfúrico, lejía de sosa y agua; lo clarifican y filtran por sal o arena, y hasta vuelven a rectificarlo en los aparatos distilatorios con el fin de quitarles olor y partículas de agua. Las *naftas* suelen venir a Europa tal como salen de la primera operación, obteniéndose aquí los diferentes productos que en destilaciones fraccionadas salen hasta la temperatura de 150°.

Como los petróleos americanos son, según hemos dicho, mezclas de todos los hidrocarburos forménicos, desde el metano CH^4 hasta el triacontano $C^{30}H^{62}$, y éstos son físicamente desde gases sutiles hasta sólidos densos, es natural que con la destilación fraccionada se separen productos diversísimos, a gusto del comercio y del fabricante. Pero, por regla general, las substancias fraccionadas y sus temperaturas son las siguientes:

1.° Cimógeno o hidrocarburos gaseosos.
2.° Rigoleno, entre 18° y 37°.
3.° Canadol, entre 37° y 50°.
4.° Eter de petróleo *(gasmille)*, 50° a 60°.
5.° Gasolina *(bencina)*, 60° a 80°.
6.° Ligroina, de 80° a 120°.
7.° Aceite para barnices, 120° a 150°.
8.° Petróleo refinado *(de arder)*, 150° a 300°.
9.° Aceites lubrificantes, 300° a 310°.
10. Parafina, vaselina, 310° para arriba.

Los productos gaseosos que se desprenden en la destilación fraccionada *(Cimógeno)* van como combustible al hogar de los aparatos destilatorios, así como el *rigoleno* y *canadol* lo emplean en las fábricas de extracción de grasas y aceites grasos, por ser gran disolvente neutro de dichos productos; también lo usan para carburar el gas del alumbrado, al que comunica gran poder lumínico, o bien para los motores de explosión, en determinadas condiciones.

Eter de petróleo.—Denomínase «éter de petróleo»—nombre impropio por no tener relación alguna con las combinaciones orgánicas llamadas éteres—al producto del petróleo que destila entre 50° y 60°. Su constitución química es mezcla de los hidrocarburos *pentano* C^5H^{12} y exano C^6H^{14}; pero como algunas fábricas recogen en el éter de petróleo los productos que empiezan a destilar a 48°, y aún menos, es natural que la composición química cambie algo respecto a «productos de cabeza».

El peso específico—es natural—oscila entre ciertos límí-

tes, 0,65-0,67. Es un líquido incoloro, movible, de olor especial etéreo, muy inflamable, insoluble en el agua, pero soluble en el cloroformo, sulfuro de carbono y aceites grasos. Se oxida, en presencia de la luz, con el aire y aumenta de peso específico.

Es un producto medicinal usado como anestésico local y para uso externo; de importancia química en el análisis de los cuerpos orgánicos, ya que es el disolvente neutro por excelencia; en la industria, muy empleado para la extracción de grasas y limpieza de las lanas.

Bencina de petróleo.—Llamado también «bencina y quita manchas»; es un producto que no tiene que ver con el «benzol» o C^6H^6 de la brea de hulla; la «bencina» es el producto del petróleo americano que destila de 60° a 80°. En el comercio también se presentan con ese nombre productos que pasan en la destilación fuera de los límites indicados. Comúnmente es la mezcla de exano C^6H^{14} y eptano C^7H^{16}. Peso específico, 0,66-0,68. Líquido incoloro, movible, de olor especial característico, fácilmente inflamable; también, como el anterior, se oxida, a la luz, en presencia del aire; soluble en el sulfuro de carbono, aceites grasos, etc. El iodo la comunica olor rojo fuchina.

De importancia industrial, como disolvente neutro y para quitar las manchas de grasa.

Hoy es frecuente en el comercio, con el nombre de «bencina de petróleo», el producto que destila entre los 50° y 75°, y claro es que el peso específico oscila de 0,64 a 0,67; ésta es la bencina que se usa más en la industria de gomas, tintorerías, guantes, etc. La bencina de los motores de explosión —*gasolina* de automóviles—es la que tiene un peso específico de 0,68-0,69, o sea con más *productos de cola*, siendo su composición los tres hidrocarburos C^6H^{14}, C^7H^{16} y C^8H^{18}. La bencina llamada de *seguridad* o no inflamable, es una mezcla de 1 volumen de bencina con 2 volúmenes de tetracloruro de carbono.

La *ligroina* es el producto que destila de 80° a 120°; pero actualmente este nombre suele darse al que destila entre 120° a 130°; muy usada para el *gas del petróleo*, de gran poder lumínico. El producto que destila de 130° a 150° se usa para la limpieza de las máquinas, para diluir «lacas», disolver caucho, asfalto y en sustitución del aguarrás.

Petróleo de arder.—Es el llamado «petróleo refinado» y que tanto se usó, y aún se usa, para alumbrado. Incoloro o amarillento, con olor especial, característico, movible y dotado de fluorescencia azulada; es débilmente dextrogiro y tiene

un peso específico de 0,79 a 0,81. Insoluble en el agua; el alcohol lo disuelve en pequeñas cantidades; muy soluble en el éter, cloroformo, sulfuro de carbono y aceites grasos. Por la acción del aire se forman substancias oxigenadas ácidas, y a ello se debe que los petróleos en tales condiciones disuelvan pequeñas cantidades de ciertos metales, como son: el zinc, cobre, plomo, etc.

Por ser el petróleo refinado, o de arder, el producto que destila de 150° a 300°, la composición química es más compleja que en los anteriores; contiene hidrocarburos forménicos, desde el C^9H^{20} hasta el $C^{15}H^{32}$, y próximamente un 0,2 por 100 de hidrocarburos aromáticos; este petróleo es el llamado «queroseno».

El Arancel español, al estudiar el petróleo bruto, para separarlo del refinado, lo define diciendo que será considerado «petróleo bruto»: 1.° cuando destilado gradualmente en aparato de vidrio hasta los 300°, deje un residuo no inferior a un 20 por 100 del peso primitivo; 2.°, este residuo ha de dejar por lo menos el 1 por 100 de cok, en relación con el peso total del petróleo ensayado; y 3 °, ensayado en la lámpara de Granier, se ha de inflamar antes de los 16° c. Condiciones, todas las indicadas, que están en contraposición con la práctica.

Parafina.—Mezcla de los hidrocarburos sólidos de la serie forménica y algunos de la serie nafténica, que hierven a temperaturas superiores a 300°.

En la naturaleza se halla formando el material denominado Ozoquerita o *cera mineral*, en la vertiente norte de los Cárpatos (Galitzia), Transilvania, Moldavia, etc. Pero las mayores cantidades de Parafina se obtienen en la destilación seca de las pizarras bituminosas y ciertos lignitos.

La Parafina comercial muestra composición química variable, ya que ello depende del método seguido para obtenerla. La procedente del petróleo americano o «parafina de petróleo» está formada por la mezcla de hidrocarburos forménicos, desde el $C^{20}H^{42}$ al $C^{27}H^{56}$. La Parafina de Ozoquerita, así como la procedente del petróleo de Rangoon, llamada «Belmontina», tiene en su composición química fuertes proporciones de naftenos.

La Parafina natural, la «Ozoquerita», llega al $C^{30}H^{62}$ y ha sido hallada en Can Dabano (Gerona); en Galitzia, vertiente norte de los Cárpatos; se halla en el terciario moderno, en las arcillas salinas miocénicas; muestra un color y dureza muy diverso, presentándose en el comercio ya purificada con el nombre de «ceresina», que puede ser amarilla *(ceresina amarilla)* o blanca *(ceresina blanca)*, dependiendo de los tratamien-

tos con ácido sulfúrico fumante y subsiguientes desacidificaciones y descoloraciones. La «Ozoquerita» funde de 60 a 75 grados.

La Parafina comercial, de buenas condiciones, el producto puro, es una masa brillante, trasluciente, blanco azulada, sin olor ni sabor, con escasa grasitud al tacto. Su punto de fusión es muy variable, de 40° a 85°; la parafina del petróleo oscila de 42° a 45°, así como la obtenida del petróleo de Rangoon o «belmontina», es de 56° a 61°; la «Ozoquerita» purificada, de 70° a 85°. El peso específico varia también, según el punto de fusión; es de 0,87 a 0,93. Insoluble en agua, poco en el alcohol; soluble en el cloroformo, éter, sulfuro de carbono, etc. En disolución saturada, produce la parafina cristales escamosos y rómbicos. Fundida con cera, cetina y resinas, forma masas homogéneas.

La parafina es de grandes aplicaciones; como lubrificante se usa mezclada con los aceites minerales; las más duras para fabricar bujías, para absorber perfumes, para parafinar los cierres de los frascos, en la preparación del baño de parafina tan usado en los laboratorios, para la preparación de bloques de parafina dedicados a los cortes microscópicos, etc. Medicinalmente suele sustituir en algunas preparaciones magistrales a la cera de abejas.

La llamada «parafina sólida» o «ceresina blanca», es la que se funde entre 74° y 80°; la «parafina líquida» es un líquido incoloro e inodoro, con punto de ebullición alrededor de los 300° y carece de toda fluorescencia.

Vaselina.—En el año 1875 apareció en el comercio europeo un producto obtenido en Nueva York por la «Chesebrough Company», denominado «vaselina», de aspecto de pomada y consistencia de manteca, la cual tomó rápidamente gran importancia medicinal en sustitución de la grasa de cerdo. Esta substancia se preparaba entonces a partir de los productos semilíquidos de la destilación de petróleo americano; pero actualmente sirven también para obtenerla los petróleos rusos, balcánicos y polacos.

Es la vaselina una masa muy suave al tacto, blanca o amarillo-blanquecina, insípida, inodora y neutra; el punto de fusión es variable; la vaselina de América o «vaselina de Pensilvania», funde de 33° a 35°; la procedente del petróleo polaco lo hace a 45°, próximamente; el peso específico oscila entre 0,85 y 0,87. Sometida por largo tiempo a temperatura superior a 100°, absorbe oxígeno y adquiere reacción ácida; pero a temperaturas normales es un cuerpo muy estable. Desde luego tiene la ventaja de no enranciarse.

La mezcla de «parafina líquida» y «parafina sólida» en di-

versas proporciones forma una «vaselina» de consistencia y aspecto distinto, y que con mucha frecuencia se halla en el comercio; de todos modos, ésta es una *vaselina artificial* muy distinta de la natural, o sea de la obtenida directamente de los petróleos antes indicados.

También se halla en el comercio una vaselina denominada *vasógeno;* éste se prepara oxidando la vaselina y añadiéndola pequeña cantidad de amoníaco. El *vasenol* es mezcla de vaselina amarilla y alcoholes cetílico, melisílico, cera de carnauva, o alcohol carnauvílico, etc., y, en general, alcoholes ricos en carbono. El *naftalán* es una masa parecida a la ozoquerita, de color pardo-negruzco, con olor a brea, que se obtiene del petróleo de Naftalán, en el Cáucaso, muy usado en pomadas contra la sarna.

Todas las vaselinas y productos similares indicados, son de gran interés farmacéutico, ya que sustituyen ventajosamente a la manteca de cerdo en la preparación de las pomadas magistrales.

Petróleo ruso.—Llamado también de Bakú y del Cáucaso, aun cuando conocido desde la antigüedad, no se ha explotado industrialmente hasta comienzos del último tercio del siglo XIX.

Los yacimientos más notables son los de la península de Apscherón, y de ella en los alrededores de Bokú. Todo el petróleo se halla formando depósitos en el terreno terciario, yacimiento muy distinto a los de América. A veces, los petróleos salen al exterior, formando surtidores a manera de pozos artesianos.

La composición química es muy compleja; según Markownikow, está formado por un 80 por 100 de hidrocarburos naftenos, o sean de la fórmula general C^nH^{2n}. Mezclados con ellos están los hidrocarburos aromáticos en la proporción de un 10 por 100, así como también compuestos oxigenados, hidrocarburos forménicos y acetilénicos, cicloparafinas y hasta politerpenos de la fórmula $(C^{10}H^{16})^n$.

La destilación fraccionada suele hacerse en la llamada «ciudad negra», junto a Bokú, a orillas del Mar Caspio, y también en Zaritzin o al lado del Volga. Aun cuando la destilación fraccionada suele sufrir grandes modificaciones, según las necesidades del comercio, por regla general, se fracciona el petróleo de Rusia de la siguiente manera:

—— 150°	Aceite flúido muy volátil (6-10 por 100).
150° a 270°	Querosina o aceite de arder (30 a 40 por 100).
270° a 300°	Aceite solar o petróleo de 2.ª (5 a 14 por 100).
300° ——	Aceite lubrificante (40 a 60 por 100).

El peso específico de los productos de destilación, así como el del petróleo bruto, es superior al de América; oscila de 0,78 a 0,84. El petróleo de arder es un líquido incoloro, ópticamente inactivo, poco fluorescente y de olor especial; peso específico, 0,82, con punto de inflamación entre 31° a 36°; este petróleo es de mayor potencia lumínica que el americano.

Contiene pequeña cantidad de parafina; pero, en cambio, producen gran cantidad, como hemos visto, de *aceite lubrificante*, muy viscoso y resistente al frío, y que le hacen insustituíble para el roce de las máquinas. Estos aceites lubrificantes, así como el llamado «solar», y el más flúido o de arder, se purifican mediante la acción del ácido sulfúrico y sosa.

Petróleo polaco.—Llamado también de Galitzia; es de la falda septentrional de los Cárpatos, de donde procede también la mayor parte de la Ozoquerita. Su composición química, según Lachowiez, es compleja; sus componentes principales son los hidrocarburos saturados C^nH^{2n+2} del C^5H^{12} al $C^{10}H^{22}$, con cerca de un 20 por 100 de hidrocarburos aromáticos (benzol, toluol, etc.) e hidrocarburos terpenos. No se han encontrado en estos petróleos hidrocarburos C^nH^{2n}, o sean los etilénicos.

El petróleo bruto es muy fluorescente, pardo amarillo o verdoso, con fuerte olor bituminoso; peso específico, 0,75 a 0,93. En la destilación fraccionada resulta de un 50 a 60 por 100 de petróleo de arder (150° — 300°), y un 40 por 100 de aceites pesados.

Aceites lubrificantes minerales.—Se denominan así a los productos obtenidos comúnmente de los petróleos americano, ruso y polaco, que se destinan al engrase de las máquinas. Aun cuando éstos cambian mucho en su constitución y aspecto—debido principalmente a las condiciones y exigencias de las Compañías ferroviarias y grandes industrias—, pueden dividirse los lubrificantes minerales en tres grupos: *aceites de huso, aceites de cilindro* y *aceite de máquina*, diferenciados por el peso específico; el primero tiene de 0,85 a 0,90 de peso específico; el segundo, 0,91 a 0,94, y el tercero, 0,90 a 0,91.

Son líquidos limpios y traslucientes, espesos y viscosos, con débil olor; por reflexión muestra color verdoso, y pardo por refracción. Lo fundamental en los aceites lubrificantes es la viscosidad; también es condición de los buenos lubrificantes la carencia de substancias ácidas.

Uno de los mejores caracteres prácticos para diferenciar el aceite lubrificante de América del de Rusia, es el siguiente:

sometidos a destilación fraccionada, los productos superiores a 300° enfriados, precipitan parafina cristalizada si son de América, y no dan parafina si fueran de Rusia.

Hay una pizarra bituminosa llamada «bituminita» o *carbón Boghead*, que por destilación seca produce cerca de un 70 por 100 de substancias volátiles, acuosos, breosos y gaseosos; de los productos breosos se obtienen hasta un 30 por 100 de nafta, 8 por 100 de parafina y de 25 a 30 por 100 de aceites lubrificantes. Estas pizarras abundan en Nueva Gales del Sur.

Ictiol. — Se conoce, en Farmacia, con el nombre de «ictiol», al sulfoictiolato amónico; pero realmente es un producto complejo, de fórmula química no definida, aun cuando se le asignó la siguiente: $C^{28}H^{36}S^{3}O^{6}(NH^{4})^{2} + xH^{2}O$. Es la sal amónica de un ácido sulfónico mal determinado.

Hay en el Tirol, en las proximidades de Seefeld, una pizarra bituminosa, rica en fósiles y restos de animales marinos, que por destilación seca produce un aceite de olor fuerte y desagradable, color amarillo pardusco y peso específico alrededor de 0,86. Este aceite, mezclado con ácido sulfúrico concentrado y en caliente, produce gran reacción, con desprendimiento de anhídrido sulfuroso, más *ácido sulfoictiólico*, que se separa por agitaciones sucesivas y se clarifica con soluciones acuosas saturadas de cloruro sódico.

El ácido sulfoictiólico obtenido tiene el azufre en grupo *sulfónico* ($SO^{3}H$) o en sulfuro *(mercaptan)*; unido a las bases alcalinas, resultan los compuestos medicinales. La unión del ácido sulfoictiólico con el amoníaco es el *ictiol* medicinal, el cual se presenta en el comercio constituyendo un líquido pardo rojizo, limpio, siruposo, con olor y sabor bituminoso no desagradable. Soluble en el agua (1 : 9), con reacción ácida. Con el ácido clorhídrico da precipitado resinoso, pardusco, soluble en agua y éter.

El «ictiol» se usa mucho en pomadas contra las enfermedades de la piel; también se emplea en uso interno contra el reuma. También tienen uso medicinal los *sulfoictiolatos* sódico, litínico, cíncico, mercúrico, argéntico o «ictargan», etc.

Tiol.—El azufre actúa sobre los hidrocarburos etilénicos —los no saturados en general— de los aceites de petróleo, formando los llamados «tioles». Estos se separan del azufre en exceso, así como de los hidrocarburos saturados y demás substancias inalterables del aceite, por su solubilidad en el alcohol. El «tiol comercial» es una compleja combinación sulfónica neutra. Masa pulverulenta o laminar, brillante y pardusca, con olor bituminoso y sabor amargo algo astringente.

Soluble en el agua y cloroformo. La solución acuosa al 25 por 100 es el «tiol líquido». Los mismos usos medicinales que el *ictiol*.

Hay otro producto denominado «Tumenol», que tiene también los mismos usos que el «ictiol»; lo preparan con aceite de petróleo de 0,80 a 0,90 de peso específico, sin fenoles, al cual se le agrega 20 por 100 de ácido sulfúrico fumante. Se produce una masa siruposa inferior, que, purificada con agua saturada de cloruro sódico, forma el «tumenol», masa viscosa, parda, con olor bituminoso y soluble en agua. Químicamente, puede considerarse como mezcla de diferentes ácidos sulfónicos y sulfonas mal determinadas. Combinado con sosa, se separan dos substancias, la «tumenolsulfona», líquido espeso, amarillo pardusco e insoluble en el agua, y un residuo llamado «sulfotumenolato sódico»; de esta sal o residuo se obtiene el *ácido sulfotumenólico* o «polvo de tumenol» por tratamiento con el ácido clorhídrico. Este cuerpo, que es un polvo negro con sabor amargo, se disuelve en el agua, y esta disolución tiene la propiedad de precipitar la gelatina, formando con ella una masa que se estira fácilmente en hilos o filamentos.

3.°—Resinas

Compuestos ternarios amorfos, constituídos por carbono, oxígeno e hidrógeno; por la acción del calor se descomponen y arden con llama fuliginosa.

Sucinita.—*Ambar, Ambar amarillo, Sucino.*—Con estos nombres se conoce la resina fósil que brotó del *Pinites succinifer* Soepp, planta extinguida, correspondiente al orden Coníferas. La composición química es variable: según *Schrotter*, corresponde a la fórmula $C^{10}H^{16}O$.

Se presenta en trozos redondeados de color variable, rojizo, amarillento, acaramelado y pardusco, con dibujos flameados y dotado de brillo resinoso muy marcado. En el interior de la masa suelen observarse restos de plantas, insectos, burbujas, etc. Dur. 2—2,5; pes, esp. 1—1,1. En frío no presenta olor alguno; pero frotado despide olor suave bastante grato y se electriza negativamente, y de ahí el nombre de *electrum* con que le conocían los griegos. A la luz polarizada muestra débil birrefringencia en ciertas partes de la masa y monorrefringente en otras. Insoluble en agua, poco soluble en el alcohol y éter; el agua alcalinizada separa del sucino ácido sucínico. En contacto con la llama de una bujía se descompone; arde sin gotear con llama fuliginosa y desprende humos

blancos-parduscos de olor fuerte, característicos. En tubo de ensayo y a la acción del calor comienza por hincharse la masa, fundiéndose al poco tiempo; si continúa la acción del calor desprende vapores blancos constituídos por ácido sucínico, aceite volátil pirogenado y agua; en las paredes frías del tubo se condensa el agua en forma de pequeñas gotitas y el ácido sucínico en cristales aciculares; además de estos productos de descomposición del sucino se desprenden carburos de hidrógeno y óxido de carbono, dejando de residuo masa carbonosa con ligero brillo adamantino.

Es frecuente en las aguas del mar Báltico, así como también en los lignitos del terreno terciario en Sicilia. En España se encuentra en el carbonífero de Asturias y Santander, Vilada y Castell de Areny (Barcelona), San Felices (Logroño), Los Ocinos, Caldenoceda (Burgos), Morella (Castellón), Alcoray (Alicante), etc.

En el comercio suelen sustituir el sucino con el copal, siendo éste el fraude más frecuente; para distinguir estas dos substancias puede hacerse uso de los caracteres siguientos: el alcohol disuelve, o al menos hace pegajoso al copal; el sucino es casi insoluble; el copal arde y gotea; el sucino arde y no gotea; el sucino da por destilación ácido sucínico, mientras que el copal no da este producto ácido.

Tiene el sucino importancia industrial para la fabricación de barnices, objetos de adorno y boquillas para fumar; en farmacia se empleó para la obtención del ácido sucínico; fué amuleto para facilitar la dentición y se usó en la confección de medicamentos antiespasmódicos, diuréticos, etc.

Asfalto.—*Pez mineral.—Betún de Judea.—Bálsamo de Momia.* —Compuesto complejo oxihidrocarburado, de composición parecida a las resinas fósiles.

Procede del petróleo por pérdida de los hidrocarburos líquidos y oxidación simultánea del residuo.

Masas compactas; fractura concoidea; color negro píceo; brillo craso, resinoso. Dur. 2; pes. esp. 1—1,2. Frotándolo despide olor bituminoso; funde a los 100°; arde con llama fuliginosa y desprende abundante humo de olor bituminoso intenso. Insoluble en el H^2O; soluble, en parte, en el éter etílico; el residuo no soluble en el éter lo es en la esencia de trementina; soluble en el petróleo.

En aparato destilatorio deja 30 por 100 de residuo carbonoso y desprende aceite bituminoso.

Constituye depósitos en Albania, o venas (Bentein); en el lago de la Isla Trinidad (Méjico), en el lago asfáltico o Mar Muerto (Siria), etc. En España se encuentra en Araya, Maes-

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

tú, Alauri, Bacaicoa, etc. (Pirineos); Torrelapaja (Aragón), Luena (Santander), Vasconcillos (Burgos), Toledillo, Cidones (Soria), Sierra Alhamilla (Almería), Lorca (Murcia), Ribesalles (Valencia), etc., impregnando areniscas, calizas y arcillas cretácicas relacionadas con el lignito.

De gran importancia industrial; se usa en la construcción de pavimentos, calafateado de los barcos, etc.

4.°—Carbones fósiles

Productos naturales carbonosos, sólidos, procedentes de la descomposición de las materias vegetales en el seno de la tierra y libre de los agentes atmosféricos.

Origen.—Recordemos, para ilustración de las teorías, que las partículas vegetales colocadas en el ácido sulfúrico se ennegrecen, debido a que el ácido se apodera del agua de la molécula $C^n H^{2n} O^n$ (polisacárido) condensándola con deshidratación. Los tallos vegetales sometidos a elevada temperatura en vasija cerrada, se carbonizan porque allí no existe oxígeno suficiente para quemar el carbono. La materia leñosa colocada debajo del agua forma *ulmina* o *ácido úlmico*, compuestos más ricos en carbono que el leñoso.

Está fuera de duda que esos potentes depósitos de *carbón mineral* han tenido diferente origen al de las formaciones modernas; dos modos diversos de acumulación han existido, y quizá los dos hayan alternado en las formaciones carbonosas: por *acarreo* y por procedimiento *in situ*. En la era paleozoica después del terreno devónico, ostentaba la tierra vegetación exuberante, constituída principalmente por Criptógamas fibroso-vasculares y Coníferas, especies de poca consistencia, pero de enorme talla, todo lo cual se explica porque en aquella época geológica la temperatura era elevada y la atmósfera estaba saturada de vapor acuoso.

El terreno pantanoso donde se desenvolvía la vegetación del carbonífero y la existencia de depósitos lacustres que en un principio fueron cuencas marinas donde abocaban aguas torrenciales que iban acumulando restos de seres vegetales, los cuales quedaban envueltos y sepultados en el fango—constituyendo antes grandes balsas flotantes sobre las que pudo formarse nueva vegetación arbórea, como es ejemplo el gran Raaft del río Rojo—demuestran que los procedimientos por *acarreo* e *in situ* son los que han contribuído a las formaciones naturales carbonosas.

El agua evitando el contacto del aire con el leño, que de

lo contrario determinaría la desorganización de los tejidos; el agua y la arcilla gravitando sobre la substancia vegetal; temperatura elevada favorecida por las corrientes de lava, por los fenómenos eruptivos y por la acción enérgica de la pirosfera a través de la tenue capa terrestre; y todo esto en millares de siglos, hacía que la molécula $C^n H^{2n} O^n$ se fuese condensando y deshidratando, y por consecuencia el predominio gradual del carbono sobre los demás elementos.

Los geólogos antiguos suponían que los carbones eran betunes arrojados por los volcanes y sepultados en el fondo del mar. La teoría que sirvió de base para los conocimientos modernos es la de *Hutton:* las corrientes marinas y las fluviátiles arrastraban las substancias vegetales hacia el fondo de los antiguos mares; allí se mezclaban con la arcilla fangosa, experimentando una semifusión debida a la acción del *fuego central*, y se convertían en carbones. Sustitúyase en esta teoría la acción del fuego central por la acción continuada del tiempo, al abrigo del aire, y por la acción antiséptica del agua que disolvió el ácido tánico y demás materias solubles de los vegetales, y tenemos la teoría moderna.

Los carbones fósiles, llamados también carbones minerales, constituyen elemento primordial de la vida moderna; son, con los productos bituminosos, fuente poderosa de la energía que ha contribuído y contribuyen al progreso humano. Las naciones más ricas en estos productos naturales fueron siempre a la cabeza del progreso y de la riqueza.

El siguiente cuadro acusa la riqueza carbonífera de España. En el año 1919 llega alrededor de ocho millones de toneladas, y si se intensificara el transporte de Asturias, la producción llenaría todas las necesidades nacionales; hoy ya casi cubiertas.

BIBLIOTECA
DEL
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

ESTADISTICA DE LA PRODUCCION DE CARBONES EN ESPAÑA DURANTE LOS AÑOS 1913-1918

		Año 1913	Año 1914	Año 1915	Año 1916	Año 1917	Año 1918
		Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Antracita	Córdoba	169.850	164.396	141.878	187.866	195.720	153.945
	León	»	»	»	»	»	157.463
	Oviedo	»	»	»	»	»	77.030
	Palencia	62.667	63.906	80.743	80.227	115.194	228.762
		232.517	228.302	222.621	268.093	310.914	617.207
Hulla	Badajoz	»	»	9	»	1.560	6.520
	Burgos	»	»	»	880	1.448	6.729
	Ciudad Real	369.375	403.185	405.903	743.998	787.011	837.193
	Córdoba	354.975	364.593	311.501	331.443	372.550	335.426
	Gerona	11.193	10.241	17.007	11.809	13.020	25.665
	León	328.260	313.950	317.531	449.737	603.273	741.026
	Logroño	»	»	»	200	7.200	11.532
	Oviedo	2.413.509	2.457.613	2.697. 89	2.888.559	2.828.911	3.332.639
	Palencia	127.916	151.496	186.008	216.149	223.293	269.736
	Sevilla	178.000	204.000	200.000	205.000	186.500	195.161
		3.783.214	3.905.080	4.135.919	4.847.475	5.024.766	5.761.627
Lignito	Alava	»	»	»	3.050	2.018	3.168
	Baleares	17.786	17.049	17.167	29.596	47.604	46.699
	Barcelona	84.479	96.611	105.743	122.609	132.120	117.206
	Burgos	»	»	»	»	»	646
	Castellón	»	»	»	»	2.310	9.524
	Cuenca	»	»	»	»	415	1.378
	Gerona	90	110	170	165	1.210	2.433
	Guipúzcoa	23.786	22.439	20.630	18.279	54.906	18.772
	Huesca	»	»	»	»	»	4.722
	Lérida	7.956	9.360	13.024	17.135	74.918	97.487
	Navarra	»	825	1.440	1.250	1.364	3.610
	Palencia	»	»	»	»	»	3.252
	Santander	7.853	9.830	13.500	39.700	69.900	95.672
	Soria	»	100	2.600	6.344	4.945	6.890
	Teruel	115.032	117.378	121.998	169.206	157.102	250.829
	Valencia	3.000	4.950	6.480	8.789	12.138	12.336
	Zaragoza	16.809	12.395	25.461	56.983	75.844	111.011
		276.791	291.057	328.213	473.106	636.794	785.629
PRODUCCIÓN TOTAL		4.292.791	4.424.439	4.686.773	5.588.674	5.972.474	7.164.463

Antracita.—C, 85—94; H, 2—4; O, 1—7; cenizas, 1—7. Según *Renault*, la antracita de Pensylvania, por él analizada, contiene: C, 90,45; H, 2,43; O y N, 2 45; cenizas, 4,67.

La vegetación anterior a la época carbonífera fué la que contribuyó a la formación de la antracita, siendo las plantas productoras especies marinas, en su mayor parte correspondientes a las clases de las algas; contribuyó a la formación de esta materia carbonosa los frecuentes fenómenos eruptivos, la acción de la pirosfera a través de la entonces tenue corteza terrestre, y los movimientos de emergencia de la tierra.

Masas informes de fractura concoidea y color negro o negro grisáceo parecido a la tinta china; raya mate lo mismo que el polvo del mineral; brillo intenso vítreo y con irisaciones muy hermosas en algunos ejemplares, sobre todo en la variedad conocida con el nombre de antracita *escamosa* o *laminar*. Dur. 9—2,05; pes. esp. 1,3—1,7. La inspección microscópica muestra una masa poco diferenciada; solamente en algunos ejemplares se observa indicios de las especies vegetales originarias del carbón. A la acción del dardo del soplete decrepita y arde con mucha dificultad, produciendo llama corta; la destilación seca tiene poca importancia; no produce aceites volátiles ni da *cok;* la cantidad de cenizas oscila entre 1 y 7 por 100, constituídas principalmente por alúmina, sílice y óxido férrico. Ni la potasa ni los ácidos ejercen acción sobre la antracita.

Aparece la antracita en rocas sedimentarias antiguas, formando capas o depósitos; es el carbón fósil más antiguo, ocupando frecuentemente la zona inferior del carbónico. Los yacimientos más notables son el de los Alpes piamonteses, Pensylvania, Inglaterra, Moravia, etc. En España se encuentra en Villaviciosa y Viñón (Asturias), Pirineos, Lérida, Huesca, Llerena (Badajoz), Almadén (Ciudad Real), Espiel (Córdoba).

La antracita se usa, y hoy parece generalizarse bastante, como combustible; pero tiene el inconveniente de que, debido a la decrepitación y resistencia a quemarse, es necesario emplear hornillos especiales; la variedad terrosa la emplean en la pintura, siendo color bastante bueno, sobre todo si hay esmero en la preparación.

Hulla.—*Hornaguera.—Carbón mineral.—Carbón de piedra.*—C, 74—96; O, 3—20; H, 0,50—5,50; cenizas, 1—27.

Origen.—La hulla se formó por procedimiento *in situ;* quizá el *acarreo* contribuyera algo a la formación de esos potentes depósitos hullíferos; pero suponer que este último procedimiento fué el de la formación, principalmente el de la hulla, es idea que está en contraposición con los descubri-

mientos modernos; y, en efecto, si fuera por *acarreo*, existirían animales fósiles *intercalados* en las capas de hulla, no habría uniformidad en las capas, y, por último, la hulla sería impura, estaría mezclada con materias arcillosas. La observación dice lo contrario; en la hulla no existen fósiles animales intercalados en los estratos; los depósitos son bastante extensos y uniformes en sus capas y no presentan impurezas; no existen sedimentos que son característicos del acarreo.

Combaten esta teoría algunos geólogos, suponiendo que el *acarreo* fué el procedimiento de formación de la hulla; toman por base los siguientes argumentos: según las observaciones de Grands y Eury, la hulla está constituída por restos vegetales dispuestos en sentido horizontal; esta objeción no tiene importancia desde el momento en que en el Mississipí existen turberas que reconocen la formación *in situ* y tiene esa misma estructura. Otra objeción es que en algunos yacimientos de Escocia y Francia los tallos vegetales que se han encontrado *in situ* aparecen colocados encima de las capas de carbón, y éste encerrado en pizarras y areniscas, cuando debía ser lo contrarlo. Esta objeción, que a primera vista parece destruir la teoría *in situ* de la hulla, es, sin embargo, prueba en favor de ella: esos tallos proceden de los sotos que circundaban las turberas y fueron inundados; explicándose de este modo la posición vertical de los tallos y por necesidad el de estar colocados encima de lo que en un principio fué turbera y hoy es capa hullífera encerrada entre la pizarra y arenisca.

Los partidarios del *acarreo* suponen que la *verticalidad de los tallos* no indica la formación *in situ*, porque en el mismo depósito son más los que aparecen horizontales que verticales; esto no tiene nada de particular, puesto que en las turberas sucede lo mismo, y no es de extrañar que los vegetales aparezcan tumbados, si se tiene en cuenta la violenta acción del agua al inundar los bosques.

Caracteres.—Masas negras, brillantes, a veces con irisaciones muy marcadas; estructura casi siempre hojosa; fractura concoidea, astillosa o desigual. Dureza 2 — 2,5; raya negra, mate, lo mismo que el polvo del mineral; peso específico 1,1 — 1,6. Al fuego se quema, emitiendo olor bituminoso.

La inspección microscópica pone de manifiesto algunos caracteres; tallada la lámina de hulla de la misma manera como se talla una roca para hacer su examen petrográfico, se coloca en vidrio de reloj con una mezcla de clorato potásico y ácido nítrico por espacio de hora y media; transcu-

rrido ese tiempo, se lava primeramente en agua destilada y después en alcohol absoluto, pudiéndose después montar en el portaobjeto con bálsamo del Canadá; al microscopio aparece, aunque confusa, la estructura del ser vegetal de que procede; repartido por la masa, se observan substancias resinosas e hidrocarburadas con la forma de corpúsculos alargados de coloración diversa, generalmente rojizos y amarillentos, conduciéndose a la luz polarizada como substancias isótropas.

En la pirolisis o destilación seca del carbón de piedra se obtienen productos gaseosos, líquidos acuosos y breosos y un residuo sólido denominado *Kok*.

Productos gaseosos.—Es el «gas del alumbrado en bruto», mezcla de hidrocarburos con muchas substancias, tales como el ácido sulfhídrico, sulfuroso, amoníaco, anhídrido carbónico, etc. Purificado el gas del alumbrado, contiene hidrocarburos etilénicos del C^2H^4 al C^4H^8; también contiene C^2H^2 o acetileno; butino, C^4H^6; benzol, C^6H^6; naftalina, $C^{10}H^8$; y también metano, CH^4, óxido de carbono e hidrógeno.

Productos acuosos.—Son las llamadas aguas amoniacales, por la gran riqueza amoniacal que presentan. El amoníaco procede del nitrógeno de la hulla, y se halla libre y combinado formando carbonato y sulfuro amónico, así como también al estado de sulfato, cloruro, tiocianato, cianuro, etc. La mayor parte del amoníaco y compuestos amónicos comerciales, proceden de estos productos acuosos.

Productos breosos.—La masa breosa de la pirolisis de la hulla es de gran complejidad química, de enorme importancia industrial y de tal interés científico, que al ser estudiada aumentó el horizonte de la Química Orgánica de modo poderoso. La «brea de hulla», llamada comúnmente «alquitrán de hulla», es un líquido espeso, negro o pardo, o verdosa cuando se halla en pequeñas masas, con olor bituminoso especial y reacción alcalina. Este es un buen carácter para diferenciarla de la brea vegetal, ya que ésta tiene reacción ácida. Además, la brea mineral con el cloruro férrico da color violeta, mientras que la vegetal da color verde.

La brea de hulla, por destilación fraccionada, suele dividirse industrialmente en tres partes, a saber:

— 160°, es el «aceite ligero de brea», está constituído por benzol C^6H^6 y sus homólogos, toluol, xilol, cimol, tiofeno, etc., etc.

160° — 300°, es el «aceite pesado de brea», está formado por fenol $C^6H^5 . OH$; cresoles, cumarona; anilina $C^6H^5 . NH^2$; bases pirídicas, quinolínicas; naftalina $C^{10}H^8$, etc.

300° — 400°, o hidrocarburos sólidos, formados por naftalina, fenantreno, pireno, criseno, etc.

Los productos indicados son base para la preparación de multitud de cuerpos, algunos, como las «anilinas», de gran importancia en la fabricación de materias colorantes. Y otros, como los «cresoles», orto, meta y para, son antisépticos poderosos con los cuales se forman preparaciones antisépticas —*zotales*, etc.—tan usadas y conocidas. Del aceite ligero se obtiene el benzol; del pesado y sólido, la naftalina.

La brea de hulla purificada o «coaltar», es también antiséptica; el «coaltar saponinado» es la emulsión de brea mineral en solución alcohólica de quilaya.

El «antrasol» es un producto de destilación de la brea mineral y brea de enebro en partes iguales, quitadas las bases pirídicas por un ácido mineral; a esta substancia suele agregársela pequeña cantidad de esencia de menta.

Con el nombre de «liantral» se conoce una brea de hulla purificada.

División.—La división generalmente admitida es la siguiente; hullas grasas, secas e intermedias.

1.ª *Hullas grasas.*—Son muy ricas en materias bituminosas; coloración negra, estructura hojosa; arden con gran facilidad, produciendo llama intensa fuliginosa; se aglutinan los fragmentos y da *cok* muy abundante (75 — 86 por 100); por destilación producen 20 a 35 por 100 de substancias volátiles. Pes. esp. 1,27 — 1,35. Cenizas: 2 — 11 por 100.

2.ª *Hullas secas.*—Escasa cantidad de materias bituminosas; color gris de acero, fractura concoidea; arden con dificultad sin hincharse ni aglutinarse, y, si lo hacen, muy débilmente, dejando *cok* abundante; por destilación dan 10 a 20 por 100 de materias volátiles (78 — 84 por 100 de C. Cenizas: 2,4 — 8,9). Pes. esp. 1,27 — 1,31. Son las hullas que forman el anillo de transición con la antracita.

3.ª *Hullas intermedias.*—Reciben también los nombres de *mixtas* y *magras*, y pueden considerarse variedad intermedia entre las hullas grasas y secas; la coloración es negropardusca; arde con llama fuliginosa y deja de residuo *cok* poco coherente; estructura hojosa y fractura concoidea o desigual; por destilación producen de 20 a 25 por 100 de materias volátiles (64 — 90 por 100 C). Pes. esp. 1,27 — 1,41.

Dentro de los grupos indicados admiten variedades especiales, como son, por ejemplo, el *Cannelcoal*, que es una hulla mate de estructura finamente hojosa, casi compacta y susceptible de pulimento. *Carbón brillante*, de brillo intenso, muy frágil y color negro de terciopelo. *Carbón píceo*, de color ne-

gro píceo, fractura concoidea, apareciendo las superficies de fractura con grandes oquedades. *Carbón pizarroso;* es variedad muy curiosa; aparece en masas estratificadas, y las capas del estrato generalmente alternan una de carbón fibroso y otra de carbón brillante. *Carbón hojoso*, fácil de distinguir por estar las masas constituídas por láminas fácilmente separables. *Carbón fibroso*, de estructura fibrosa y coloración negruzca, algo grisácea. *Carbón boghead*, masas blandas, negruzcas, que se queman con gran facilidad y da por destilación gran cantidad de materias volátiles.

Clasificación de Gruner:

	Hullas secas	Hullas de gas	Hullas grasas	Hullas de Cok	Hullas Magras
C.....	50 60	60-68	68-75	75-82	82-90
Mat. volátil	40-50	32-40	26-32	17-26	17-10
Cok.....	no se aglomera.	aglomerado y deleznable.	aglutinado hinchado y denso.	aglutinado denso y duro.	pulverulento.
Densidad..	1,24-1,25	1,28-1,30	1,00	1,30 1,35	1,35-1,40
Calorías...	8000-8500	8500-8800	8800-9300	9300-9600	9200-9500

Clasificación según Des Cloizeaux:

	C	H	N+O
1.ª Antracitosas.....	92	4,28	3,19
2.ª Semigrasas.....	90	4,90	5,10
3.ª Grasas.....	89	5,31	6,00
4.ª Muy grasas.....	85	5,35	9,65
5.ª Semigrasas de gas.....	82	5,35	12,50
6.ª Mixtas de llama intensa.....	78	5,35	16,60

Yacimientos.—Terreno carbonífero, formando potentes depósitos o en pequeños bolsones y estratos. New-Castle (Inglaterra), Pairley (Escocia), Silesia (Alemania), Lieja (Bélgica), márgenes del Dou (Rusia), Saint-Etienne (Francia), América del Norte, etc.

En España la principal cuenca carbonífera es la parte central de Asturias (249 kilómetros cuadrados). Langreo, Mieres, Pola de Lena, etc., guardando relación con éstas las de Palencia, León y Burgos.

De interés son también las minas de la provincia de Córdoba (150 k.²), siendo las más notables las de Bélmez y Espiel, en donde hay una capa carbonífera llamada *Terrible* que tiene de grosor medio 13 metros. De menor importancia son las de Puertollano (Ciudad Real), Villanueva del Río (Se-

villa), Préjano (Logroño), Pineda de la Sierra, San Andrés de Juarros, Alarcia (Burgos), Henarejos (Cuenca), Bonaval, Tortuero, Valdesotos (Guadalajara), Seo de Urgel (Lérida), y las de San Juan de las Abadesas (Gerona); esta última casi agotada.

La hulla es mineral de gran importancia científica y práctica. Por pirolisis se forman gran cantidad de principios que han ensanchado de modo portentoso el campo de la química orgánica. De este mineral precioso procede el cok, gas del alumbrado, colores de rosanilina, fenoles, etc., etc. Es el depósito de energía que mueve las máquinas de vapor; es el emblema de la riqueza y del trabajo.

Lignito

Madera fósil.— Carbón pardo.— Azabache.— Disodilo.— C, 47 — 74; H, 5 — 7; O y N, 14 — 36. Cenizas, 2 — 14.

El origen de este carbón es el procedimiento por acarreo; lo demuestra la falta de homogeneidad y de fósiles, la localización tan marcada, las impurezas del producto y su aspecto geológico. Es carbón propio de los períodos secundarios y terciarios.

Se presenta unas veces fangoso, parecido a la turba térrea; pero más frecuente en masas negras o pardo-obscuras de estructura compacta, fibrosa, pizarrosa o térrea. Peso específico, 0,5 — 1,25. Arde con llama; desprende humo negruzco y exhala olor bituminoso; por destilación produce gran cantidad de compuestos (50 a 70 por 100) muy parecidos a los de la hulla, y deja residuo negruzco parecido al de la turba. Muchas son las variedades que se conocen de lignito: *azabache*, compacto, fractura concoidea, susceptible de adquirir hermoso pulimento, y coloración negra intensa; *lignito piciforme,* fractura desigual o concoidea, homogéneo, coloración negra o pardo negruzca, con lustre píceo, fácilmente exfoliable, mostrando la estructura orgánica de las plantas que procede; *tierra de sombra* o *sombra de Colonia,* por existir en los alrededores de Colonia masas térreas de color pardo y muy suaves al tacto; *leñoso*, son las ramas o troncos de árboles convertidos en lignito; pero en el que se nota con toda claridad la fibra vegetal y aun la forma del órgano si es fruto, raíz, corteza, etc.; *lignito papiráceo (Disodilo), marga papirácea,* en masas estratiformes, hojosas, mezcladas con arcilla, y que quemado produce olor fétido que recuerda algo al de la resina gomo asafética.

Yace en el terreno secundario y terciario, aunque a veces aparece relacionado con rocas volcánicas; es el carbón fósil de las rocas estratificadas modernas; Hungría, Génova, Mediodía de Francia, etc. Los yacimientos españoles más notables son los de Utrilla (Teruel), Alcoy (Alicante), Igualada (Barcelona), Valdivielso (Burgos), Villaviciosa (Asturias), Santander, Guipúzcoa, Albacete, Granada, etc., y en Mahón (Baleares), en esta última localidad impregnado de *calcosina.*

El lignito tiene bastante importancia: en la destilación seca se produce parafina y gran cantidad de productos aprovechables; en sustitución de la hulla para extraer gas del alumbrado; como combustible cuando no tiene impregnaciones de pirita de hierro, habiendo variedades como la *piciforme*, que posee una potencia calorífica próxima a la de la hulla; la *tierra de sombra* se usa en la pintura, y la variedad compacta o *azabache* para la fabricación de objetos de adorno.

Turba

C, 51 — 67; H, 5 — 10; O, 18,30; N, 2 — 3. Cenizas, 2 — 14. Es carbón moderno que algunos autores no estudian en la Mineralogía; se forma actualmente en los parajes turbosos.

Las lagunas turbosas presentan *suelo impermeable;* esto da por resultado quietud y estancamiento relativo del agua, *temperatura de 6° a 8°*—pues de lo contrario se descompondrían las substancias vegetales—, mucha *lentitud en la corriente* para que esté siempre cargada el agua de materias antisépticas, y, por último, *agua clara* y *libre acceso del aire,* sin cuyas condiciones la turba no puede formarse.

Las especies vegetales que forman la turba son, entre otras, las siguientes: *Sphagnum acutifolium Ehrh., S. cymbifolium Hed., Hypnum fluitans L., H. cupressiforme L. Equisetum arvense L.*, especies de los géneros *Juncus, Carex, Betula, Pinus,* etc., las cuales viven en las lagunas turbosas en condiciones tan especiales, que pocas plantas pueden resistir; como son especies que constantemente están bañadas por el agua, tienen crecimiento muy rápido; y como van aumentando de peso y no de consistencia, hace que se vayan sumergiendo más y más, hasta quedar sepultadas en el agua; esto cuanto se refiere a las plantas herbáceas; las leñosas contribuyen con sus hojas, ramas y el tronco cuando se desploma y queda sumergido. Rara vez la turba es origina-

da por *acarreo;* sin embargo, al NO. de la América del Norte existe un lago llamado del *Esclavo*, donde los troncos de los árboles se depositan, constituyendo islotes y formando turba filamentosa.

La turba aparece fangosa, de coloración negra o parda; estructura esponjosa, a veces térrea, pizarrosa y compacta. Se quema fácilmente, produciendo casi siempre llama; desprende humo abundante, de color blanquecino, y exhala olor picante bastante desagradable. En aparato cerrado y al calor deja residuo negro, mate, carbonoso, y desprende ácido piroleñoso.

Constituyen depósitos o capas separadas por materiales de acarreo en los valles y en las mesetas de las montañas. Grandes turberas se encuentran en Dinamarca, Holanda, Irlanda, Suecia y Baviera. En España existe esta materia carbonosa en las sierras de Gredos y Guadarrama (Peñalara), así como también en Oviedo, Santander, Guadalajara, Toledo y en el delta del Ebro.

La turba es carbón de menor potencia calorífica que los anteriores, siendo en este concepto de escasa importancia industrial; en los países donde existe y no hay vegetación arbórea, la usan como combustible, utilizando las cenizas resultantes de su combustión para abonar las tierras por los compuestos potásicos que contienen.

FIN

BIBLIOTECA
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

ÍNDICE ALFABÉTICO

BIBLIOTECA
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

ÍNDICE ALFABÉTICO

	Páginas.
Aceites lubrificantes	288
Acerdesa	189
Acido bórico	186
Acroita	254
Actinota	268
Adularia	271
Agafita	249
Agalmatolita	276
Agatas	174
Agrupaciones cristalográficas	23
Agrupaciones irregulares	27
» paralelas	24
» regulares	24
Agua	157
Agua marina	269
Aguas mineromedicinales	159
» potables	158
» salobres	158
Alabastro calizo	206
Albayalde	215
Albita	272
Alcohol de alfareros	147
Almandina	258
Alofana	275
Alstonita	204
Alumbres	238
Alumbre amónico	240
» potásico	239
» sódico	240
Alunita	227
Amatista oriental	181
Ambar amarillo	290
Ambligonita	248
Amianto	267
Análisis espectral	70
» microquímico	108
Anatasa	177
Andalucita	251
Andesina	272
Anfibol	267
Anglesita	224
Anhidrita	222
Annabergita	249
Anortita	272
Antimonio	129
Antimonio gris	139
Antimonita	139
Antracita	295
Antrasol	298
Apatito	246
Apirita	254
Aragonito	212
Arcansita	175
Arcillas	273
» sedimentarias	276
Argensita	148
Argiritrosa	154
Argirosa	148
Arsénico	128
Arsenopirita	146
Asbesto	267
Asbolana	220
Asfalto	291
Asmanita	175
Asterismo	66
Atacamita	199
Atinkar	244
Augita	266
Azabache	300
Azufre	125
Azul montaña	219
Azurita	218
Baritina	222
Barrilla	217
Basaltina	268
Bencina de petróleo	284
Berilo	269
Bermellón	149
Betún de Judea	291
Biotita	260
Bismuto	129
Blenda	141
Bol	278
Boleita	199
Boracita	243
Bórax	244
Bornita	152

	Páginas.
Bort	124
Brillo	66
Bronce candelero	151
Brongniartita	221
Brooquita	175
Bytownita	272
Cabellos de Venus	177
Cachalonga	185
Calaita	249
Calamina	255
Calamita	267
Calcantita	236
Calcedonia	173
Calcita	205
Calcolita	249
Calcopirita	151
Calcosina	148
Calcotriquita	184
Calomelanos	198
Canadol	283
Cannelcoal	298
Caolín	274
Caolinita	274
Caparrosa azul	236
» blanca	233
» verde	234
Carbón de piedra	295
» mineral	295
Carnalita	198
Casiterita	178
Celestina	223
Cera mineral	285
Ceresina	285
Cerusita	215
Chesilita	218
Chorlo	254
Cianosa	236
Cimógeno	283
Cinabarita	149
Cinabrio	149
Clasificación de ácidos	107
» de Groth	121
» de metales	106
Coaltar	298
Cobaltita	144
Cobalto blanco	145
» gris	144
Cobre	133
» abigarrado	152
» rojo	184
» vítreo	148
Cobres grises	155
Cocolita	266
Cok	298
Color	67
Coloración de la llama	95
Coloración de vidrios	98
» con nitrato de cobalto	101
Conistonita	279
Corindón	180
Cornalita	174
Corrosiones	62
Corundo	180
Creta	207
Crictonita	183
Criolita	199
Crisoprasa	174
Crisolita	254
Crispita	176
Cristal	7
Cristal de roca	171
Cristales isotropos	71
Cristobalita	175
Crocoisa	224
Crocoita	224
Cromita	242
Cuarcina	173
Cuarzo	169
Cuprita	184
Cupruranita	249
Dardo del soplete	93
Dendritas	27
Dialaga	266
Dialoguita	204
Diamante	123
Diaspora	188
Diópsido	266
Disodilo	300
Dispersión cromática	69
Dolomita	209
Domos	17
Dravita	254
Drusas	27
Dureza	59
Ejes cristalográficos	15
» de elasticidad	65
» de simetría	13
» ópticos	72
Electricidad	86
Elipsoides	64
Ensayos en el carbón	96
» de oxidación	101
» hidrognósticos	103
» en tubos de vidrio	94
» pirognósticos	91
Epigenia	117
Epsomita	231
Eritrina	248
Erubescita	152
Escala de Kobell	82
» de Mohos	59

	Páginas.
Esfalerita	141
Esmaltina	145
Esmeralda	269
» oriental	181
Esmeril	181
Esparraguina	246
Espato calizo	205
» de Islandia	206
Espatofluor	196
Espato pesado	222
Espectroscopio	70
Espejuelo	228
Esperquisa	145
Espinela	241
Espirales de Airy	80
Espuma de mar	263
Esteatita	262
Estibina	139
Estroncianita	214
Estructura	58
Eter de petróleo	283
Exantalosa	228
Exfoliación	61
Experiencias de Kundt	86
» de Senarmont	83
» de Wiedemann	86
Fhaler	155
Fassaita	266
Feldespatos	270
Figuras de Interferencia	76
Flores de cobalto	248
Flosferri	212
Fluorescencia	70
Fluorita	196
Fórmulas químicas	112
Fosforescencia	70
Fosforita	246
Fósforo de Bolonia	222
Fractura	61
Freibergita	156
Freislebenita	153
Galena	147
Garnierita	265
Gaylussita	217
Geiserita	185
Geodas	27
Giobertita	209
Girasol	186
Glauberita	221
Gœtita	189
Goslarita	233
Goniometría	10
Goniómetros	10
Grafito	124
Grammatita	267

	Páginas.
Granates	256
Granatita	258
Gredas	276
Grosularia	257
Haloisita	275
Heliotropo	174
Hematites parda	190
» roja	182
Hemiedria	14
Hemimorfismo	15
Hemimorfita	255
Hepsonita	257
Heubachita	220
Hialita	185
Hidrargilita	188
Hidrofano	186
Hierro	132
Holoedria	14
Hornaguera	295
Hornblenda	268
Hulla	295
Humboldita	279
Ictiol	289
Iserina	183
Ilmenita	183
Imán	242
Inclusiones	62
Indice de refracción	68
Indicolita	254
Iridio	131
Iridosmina	131
Irisaciones	66
Isodimorfismo	115
Isomorfismo	114
Jabón de sastre	262
» de vidrieros	179
Jacinto	177
Johnita	249
Jurinita	175
Kalinita	239
Karstenita	222
Kibdelofana	183
Labradorita	272
Lápiz plomo	124
Lepidocrocita	190
Lepidolita	262
Liantral	298
Lignito	300
Limonita	275
Llama	91
Ludstromita	204
Luz polarizada	73
Maclas	24
Magnesita	209
Magnetismo	87
Magnetita	242

	Páginas.
Malaquita	217
Manchas de óxidos	102
» metálicas	101
Manganesa	179
Manganita	189
Marcasita	145
Margas	276
Mármol	206
Martita	183
Masicot	183
Melanita	258
Melanterita	236
Melinita	186
Melinosa	245
Melita	279
Menaccanita	183
Mendozita	244
Mercurio	135
Mercurio córneo	198
Meroxeno	260
Mezclas isomorfas	116
Miargirita	152
Micas	259
Microlitos	63
Micromorfitos	63
Microscopio petrográfico	75
Minio	219
Mirabilita	228
Mispikel	146
Modumita	145
Molibdenita	140
Montmorillonita	275
Moscovita	261
Muriacita	222
Nacrita	475
Nafta	282
Naftalán	287
Natrocalcita	217
Natron	216
Negrillo	148
Nicoles	75
Nicolita	142
Niquelita	142
Nitramita	204
Nitratina	204
Nitro	201
Nitrobarita	204
Nitrocalcita	204
Nitro de Chile	204
Notaciones	19
Noumeita	265
Ocre rojo	182
» amarillo	275
Ogdoedria	15
Oligisto	182
Oligoclasa	272

	Páginas.
Olivino	254
Onfacita	266
Onice	174
Opalo	185
» noble	185
Optica mineral	64
Oro	136
Oropimente	138
Ortosa	271
Osmiridio	131
Oxalita	279
Ozoquerita	285
Pagodita	276
Paladio	131
Panabasas	155
Parafina	285
Parahemiedria	15
Parámetro	16
Pargasita	268
Pechblenda	226
Pecuranita	226
Pedernal	174
Pegmatolita	271
Peridoto	254
Peso específico	55
Petróleo americano	281
» polaco	288
» ruso	287
Petróleos	281
Pez mineral	291
Pico de estaño	178
Picrotaenita	183
Piedra de luna	272
» de águila	191
» de Santa Casilda	212
» franciscana	210
» lipis	236
» litográfica	207
» loca	263
Pinacoides	17
Pinzas de turmalina	74
Pirámides	17
Pirargirita	154
Pirita arsenical	146
» blanca	145
» de cobre	151
» de hierro	143
» hepática	146
» radiada	146
Pirofilita	275
Pirolusita	179
Piromorfita	247
Piropo	259
Pirostibita	191
Piroxenos	266
Pirrosiderita	190

	Páginas.
Pistomesita	204
Plagiedria	15
Plagioclasas	272
Plano de simetría	13
Plasma	174
Plata	134
» córnea	196
» estriada	153
» roja clara	153
» roja obscura	154
» vítrea	148
Platiniridio	131
Platino	130
Plomo	132
Plomo amarillo	225
» rojo	224
Plumbagina	124
Polarización rectilínea	74
» rotatoria	78
Poliesferita	247
Polimorfismo	112
Polvos de San Antonio	223
Prismas	17
Proustita	153
Proyecciones	21
Pseudomorfismo	117
Psilomelana	219
Querargirita	196
Quermes	191
Quermesita	191
Quincita	264
Química mineral	91
Racionalidad índices	15
Radioactividad	88
Reactivos	94
Redrutita	148
Rejalgar	137
Resinita	186
Rigoleno	383
Reflexión de la luz	65
Refracción de la luz	68
Refractómetro	69
Rubí	241
Rubí oriental	181
Rutilo	176
Sagenita	176
Sal amarga	231
» amoniaco	195
» catártica	231
» común	193
» de Calatayud	231
» de Glaubero	228
» de la Higuera	231
» gema	193
» purgante	231
Salitre	201
Salmiac	195
Sardónice	174
Sasolina	228
Selenita	186
Semiópalo	186
Sepiolita	263
Serpentina	265
Siberita	254
Signo cristalográfico	77
Siderita	210
Silex pirómaco	174
Sílice	169
Simetría	13
Síntesis mineral	109
Sistema asimétrico	28
» clinorrómbico	30
» cúbico	48
» exagonal	40
» monoclínico	30
» monosimétrico	30
» ortorrómbico	33
» regular	48
» rómbico	33
» romboédrico	40
» tetragonal	36
» triclínico	28
Sistemas cristalinos	27
Smithsonita	211
Soplete	92
Spaniolita	156
Spesartina	258
Sucinita	290
Talco	262
Taxonomía	121
Telesia	181
Tennardita	156
Termología mineral	82
Tetartoedria	15
Tetraedritas	155
Thenardita	221
Tierra blanca	277
» de Colonia	300
» de porcelana	274
» sellada	277
» de sombra	300
» de vino	278
» zamorana	277
Tinkar	244
Tinta sensible	80
Tiol	289
Tipos de caras	16
Topacio	252
Topacio Oriental	181
Torbernita	249
Towanita	151
Tremolita	267

	Páginas.
Tridimita	175
Trípoli	186
Trona	217
Tschermigita	240
Tumenol	290
Turbá	301
Turmalinas	253
Turquesa	249
Uranina	226
Uranita	226
Uwarowita	259
Vanadinita	248
Vaselina	286
Vasenol	287
Vasógeno	287
Verde de montaña	218
Vidrio de Moscovia	261
Vitriolos	232
Vitriolo azul	236
» blanco	233
» verde	234
Wad	219
Washingtonita	183
Wewelita	279
Witherita	213
Wolfram	225
Wolframita	225
Wulfenita	225
Yacimiento mineral	119
Yeso	228
Zafiro	180
Ziguelina	184
Zircón	177
Zirconita	177
Zonas cristalográficas	23
Zotales	298

ESTE LIBRO
SE ACABÓ DE IMPRIMIR
EN LA IMPRENTA CLÁSICA ESPAÑOLA
DE MADRID
EN EL MES DE MARZO
DE 1925

BIBLIOTECA
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

MINERALOGÍA Y ZOOLOGÍA APLICADAS A LA FARMACIA

BIBLIOTECA
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

R.c 552

MINERALOGÍA Y ZOOLOGÍA APLICADAS A LA FARMACIA

POR

MARCELO RIVAS MATEOS

CATEDRÁTICO DE ESTA ASIGNATURA EN LA FACULTAD DE FARMACIA
DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL

TOMO II

ZOOLOGÍA FARMACÉUTICA Y PARASITOLOGÍA ANIMAL

BIBLIOTECA
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

MADRID
LIBRERÍA GENERAL DE VICTORIANO SUÁREZ
PRECIADOS, 48
1925

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

IMPRENTA CLÁSICA ESPAÑOLA. GLORIETA DE LA IGLESIA. MADRID

La parte de la Historia Natural que se ocupa de los seres vivos se denomina Biología, y el capítulo que trata de los animales es la Zoología.

Los animales se dividen en tres grandes grupos: Protozoos, Mesozoos y Metazoos.

Protozoos.—Animales unicelulares sin tejido diferenciado o rara vez constituídos por la agrupación de células semejantes.

Mesozoos.—Animales pluricelulares con tejido poco diferenciado. Dos series de células u hojas blastodérmicas.

Metazoos.—Animales pluricelulares con tejidos diferenciados. Tres hojas blastodérmicas.

La manera más sencilla, científica y pedagógica de estudiar la Zoología farmacéutica, es siguiendo la clasificación natural, dando preferencia a los grupos de interés higiénico y farmacéutico. En ellos estudiaremos los materiales farmacéuticos, y al final nos ocuparemos de aquellos productos, que, como la *sangre*, *leche*, *carne* y *huesos*, los proporciona animales de órdenes diversos; también en este apéndice daremos nociones de Organoterapia y Opoterapia, y estudiaremos las glándulas endocrinas más importantes.

La *sueroterapia* o estudio de los sueros medicinales, no es tema de esta asignatura, ya que ella se estudia, dentro de la Facultad de Farmacia, en la asignatura de Microbiología.

BIBLIOTECA
DEL
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

BIBLIOTECA
DEL
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

PROTOZOOS

Animales unicelulares sin tejidos diferenciados o rara vez constituídos por la asociación de células semejantes.

Es el tipo zoológico peor conocido y de mayores dificultades para el estudio; por esta causa la clasificación de los Protozoos sólo puede considerarse provisional; además, el estudio y delimitación de las especies está sometido a modificaciones esenciales.

Los Protozoos se dividen, actualmente, en dos subtipos:

Plasmodromos.—Sin cirros vibrátiles.

Cilióforos.—Con cirros o pestañas vibrátiles.

PLASMODROMOS

Comprende tres clases:

Rizópodos.—Sin membrana celular; con pseudópodos; con movimientos amiboideos.

Flagelados.—Con membrana celular; con flagelos.

Esporozoarios.—Con membrana celular; sin apéndices locomotores.

RIZÓPODOS

Son las especies más sencillas del reino animal, de escasa diferenciación zoológica, muchas veces informes, con movimientos amiboideos, y, por lo tanto, carentes dc membrana celular. Esta simplicidad no impide que tales especies desenvuelvan todas las funciones y fenómenos esenciales de la vida.

Es carácter práctico y fundamental de los Rizópodos la presencia de pseudópodos, o sean unas expansiones protoplasmáticas que emite el animal a voluntad y le sirven, entre otros fines, para moverse y englobar las materias alimenticias. Los pseudópodos son unas veces cortos y gruesos, y otras, finos, filamentosos y anamostoseados, formando red; esta diversidad en los pseudópodos depende de la tensión superficial del protoplasma; cuando la tensión superficial es pequeña, las pseudópodos son filamentosos; y cuando la tensión

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

superficial del protoplasma es fuerte, los pseudópodos son cortos y gruesos.

El núcleo existe siempre, más o menos patente, y el protoplasma está dividido en dos zonas: una, interna, densa, llamada *endoplasma* (entoplasma); y otra, externa, hialina, o *ectoplasma* (hialoplasma). Sin embargo, en ciertas especies simplicísimas estas dos zonas protoplasmáticas no se diferencian o apenas si se dibujan (citoplasma). Por lo común, la materia nuclear o cromática está reunida en un cuerpo denominado *núcleo,* vesiculoso, ovoideo o esférico, y rodeado de una membrana formada de dos capas bien definidas. Pero hay casos en que la materia nuclear se divide en dos cuerpos o núcleos denominados: uno *trofonúcleo*, y el otro *kinetonúcleo*. El *kinetonúcleo*, que es el más pequeño, preside las funciones del movimiento, y el *trofonúcleo* o núcleo mayor rige las funciones reproductoras y también del movimiento. Este es un buen carácter, que no debe olvidarse porque en los Ciliados el micronúcleo es el encargado de la función reproductora.

Los Rizópodos se dividen en cuatro órdenes:

Amébidos. — Protoplasma hialino desnudo; pseudópodos gruesos, cortos y lobulados.

Foraminíferos.—Protoplasma protegido por un caparazón; pseudópodos filamentosos.

Heliozoarios. — Protoplasma esférico con pseudópodos finos y radiantes y sin caparazón.

Radiolarios.—Protoplasma dividido en dos zonas por una cápsula agujereada, y de la cual arrancan espículas silíceas que forman esqueleto protector.

AMÉBIDOS

Grupo interesantísimo de protozoos por comprender especies parásitas en el hombre; pero mal conocidas por las grandes dificultades que ofrece su estudio.

Animales microscópicos, sencillísimos, constituídos por una masa citoplasmática o con el protoplasma dividido en dos zonas: una endoplasmática y otra hialina ectoplasmática. Pseudópodos cortos y lobulados. Con frecuencia presentan en su interior una cavidad denominada *vacuola pulsátil.*

El núcleo o núcleos puede ser patente o poco manifiesto, casi siempre difícil de colorear con los reactivos.

Reproducción diversa; muchas veces por división sencilla *(esquizogonia)*, en otras por formación de esporas *(esporogonia)*, en los dos casos reproducción asexual; pero hay otro procedimiento de reproducción descubierto por Schaudinn,

denominado *autogamia*, que es el caso más sencillo de reproducción sexual, que más adelante estudiaremos.

Especies de agua dulce o tierra húmeda *(Amaeba)*, o parásitas de otros animales de sangre fría *(Entamaeba)* o vertebrados de sangre caliente *(Löschia)*.

La *Amaeba proteus* Pall. es muy común en las aguas estancadas; en el tramo posterior del intestino de la rana es frecuente la *Entamaeba ranarum* Gras, especie comensal; muy común también la *Entamaeba blattarum* Sieb, en el intestino de la cucaracha. Estas especies son de buen tamaño y muy a propósito para estudiar la técnica y organización del grupo.

Löschia coli (Amaeba coli Löesch).

Descubierta, en 1871, por Kunningham en el hombre, y descrita más tarde con todo detalle, en el año 1897, por Casagrandi y Barbagallo. Posteriormente Schaudinn, y recientemente Hartmann, han completado el estudio de esta y otras amebas parásitas en el hombre.

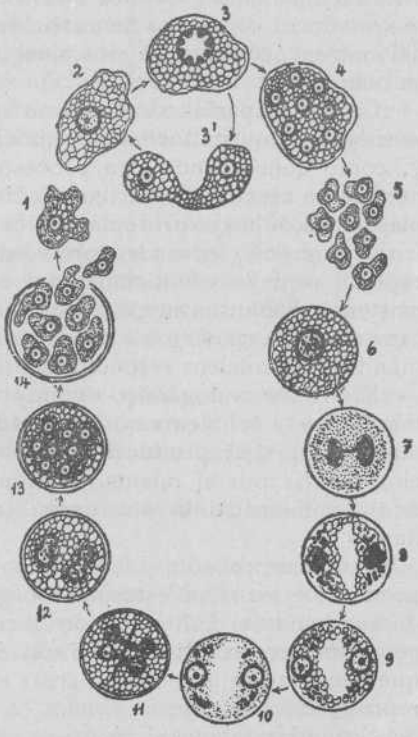


Fig. 1

La *Amaeba coli* fué considerada por Lösch productora de la disentería tropical; pero debido a los trabajos de Schaudinn, Hartmann y otros, hoy se sabe que es una especie inofensiva, aunque parásita en el intestino humano.

Es una masa protoplasmática de 15 a 30 micras de magnitud, lobulada o de contorno elíptico; el ectoplasma se diferencia muy poco del endoplasma, mostrando al microscopio escasa refringencia; el endoplasma es poco vacuolar; pseudópodos cortos, robustos y de poca movilidad.

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

Es muy raro hallar en la masa protoplasmática, en las vacuolas, hematíes: sólo se notan en casos muy excepcionales. Núcleo grande, subcentral, con masas cromáticas bien patentes; cariosoma bipartido.

La reproducción es muy curiosa y ha dado lugar a empeñadas discusiones, y de las cuales se deduce la posibilidad de la rectificación. La reproducción es por división *(esquizogonia)*, por esporas *(esporogonia)* y por *autogamia* o simplicísima reproducción sexual.

Reproducción por división.—Puede ser sencilla o múltiple. En el primer caso, o división sencilla, el núcleo (fig. 1, n. 1) se divide por *amitosis* en dos (n. 3'), y cada trozo de núcleo se separa con una parte de protoplasma. Si la división es múltiple, el núcleo forma una estrella de ocho radios (ns. 2 y 3), que al fin se separan en ocho núcleos (n. 4), llevándose cada uno cierta porción de protoplasma (n 5). Withmore supone, muy racionalmente, que los ocho núcleos proceden, mediante *promitosis*, o proceso de partición nuclear, de la división del núcleo primitivo en dos, luego en cuatro y los cuatro en ocho.

Cuando el parásito se halla en condiciones adversas para la vida, se enquista formando una capa resistente de defensa, y, como consecuencia, un proceso reproductor esporádico netamente asexual. El núcleo se disuelve en la masa protoplasmática, la masa protoplasmática se reconcentra en ocho trozos *(esporas)*, los cuales, protegidos por la cubierta madre, esperan a que las condiciones del medio sean aptas para la existencia; ya en un medio favorable se rompe la cubierta, y cada espora o *citodo generador* reconcentra la cromatina, formándose los núcleos respectivos.

El proceso autogámico es muy discutido, pudiendo afirmarse que el problema no está resuelto. La *autogamia*, caso más sencillo de reproducción sexual, se refiere a la fecundación celular por sí misma, sin que otra célula igual *(isogamia)* o célula distinta *(heterogamia)* intervengan como fecundantes.

Está comprobado, y la experiencia lo confirma, que la reproducción sexual en estos microorganismos se produce cuando en virtud de múltiples reproducciones asexuales (división, gemación, esporulación) los individuos quedan tan débiles, que necesitan rejuvenecerse, crear energía, para proseguir la reproducción asexual.

Según Hartmann, el núcleo se subdivide por promitosis en ocho corpúsculos cromáticos dentro de la membrana quística; cada núcleo hijo o corpúsculo cromático arrastra una por-

ción de protoplasma, constituyendo un *gameto;* cuando las condiciones del medio son favorables, se rompe la cubierta o quiste, y los ocho *gametos (isogametos* porque son iguales) se fusionan, fuera ya de la cubierta, dos a dos, constituyendo individualidades *(zigote)* que se desarrollan hasta convertirse en individuos aptos para reproducirse por división.

Schaudinn considera la reproducción sexual de la *amaeba coli* genuinamente autogámica, mediante el siguiente mecanismo: la amaeba, informe y lobada (n. 1), se hace redondeada y se enquista, formando una capa protectora y resistente (n. 6); el núcleo se divide en dos (n. 7), colocándose en polos distintos; cada núcleo hijo arrastra a su alrededor una parte del protoplasma, dejando en el medio del quiste una gran vacuola (n. 8); los dos núcleos hijos segregan cromatina, la cual queda repartida por el protoplasma (ns. 9 y 10); el protoplasma se hace denso, granuloso y los dos núcleos se dividen en otros dos, sin que aparezca una mitosis clara (n. 11); estos cuatro núcleos se consideran dos machos y dos hembras, alternativamente dispuestos, los cuales se fusionan, macho con hembra, constituyendo dos núcleos iguales (n. 12); estos dos núcleos rejuvenecidos reciben el nombre de *sincarion (synkaryon);* los *sincarion* se dividen, resultando ahora cuatro núcleos hijos.

La reproducción (división) queda aquí detenida en la *Löschia tetrágena,* y a esto alude el nombre específico; pero en la especie que estamos estudiando, los cuatro núcleos se vuelven a dividir, resultando, por lo tanto, ocho núcleos (n. 13). Se rompe el quiste o capa protectora, y cada núcleo, llevándose una parte de protoplasma, salen al exterior, constituyendo ocho individualidades (n. 14).

Ya hemos dicho anteriormente que, aun cuando esta especie vive parásita en el intestino humano y fué considerada por Lösch como la productora de la disentería tropical, puede afirmarse es inofensiva.

Löschia dysenteriæ.-Councilman et Lafleur. *(Etamaeba histolytica* Schn.) (Fig. 2.)

Encontrada por *Kruse* y *Pascuale* en las deyecciones disentéricas, y estudiada por *Schaudinn*, *Hartmann* y otros, y considerándose a esta especie, parásita en el intestino humano, la productora de la disentería tropical, tan frecuente en el continente africano.

Es una ameba de 30 a 45 micras; cuerpo redondeado, lobado, con pseudópodos que aparecen y se retraen con mucha frecuencia y bastante rapidez; es decir, que el animal cambia de forma y de aspecto con gran facilidad. Se distinguen con

precisión el ectoplasma y endoplasma, aquél muy refringente, hialino, y el endoplasma denso, granuloso, con vacuolas y casi siempre—y este es su mejor carácter—con glóbulos rojos procedentes de las lesiones histopatológicas que siempre hay en los disentéricos. Es también frecuente hallar con las hematíes englobadas en el parásito, detritus y bacterias.

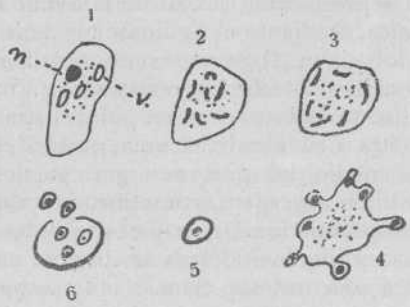


Fig. 2

Fijado el animal, con un reactivo se descubre el núcleo periférico, mal definido y poco coloreable por su pobreza en cromatina; también se observa nucleolo.

La reproducción es por división sencilla, por gemación y por formación de esporas. El núcleo se divide en dos, y cada núcleo hijo arrastra una porción de protoplasma, y separándose constituyen dos individualidades. La reproducción por formación de yema (gemación) es también muy frecuente; del núcleo se separa un trozo cromático que va al ectoplasma, y allí, al exterior, se forma una yema o protuberancia que aumenta hasta desprenderse de la madre y constituye la nueva individualidad.

La esporulación o reproducción esporádica se produce cuando el animal está en un medio adverso para la vida, y quizás cuando agotado por repetidas divisiones o gemaciones se hace necesaria la autogamia como fortificante del individuo. Se rompe el invólucro nuclear y la cromatina se separa en varias cromidias o trozos nucleares (n. 2); las masas cromidiales se disponen hacia la periferia (n. 3), y tomando las formas nucleares aparecen como yemas (n. 4) que se desprenden, produciendo esporas (n. 5), cada una con su corpúsculo cromático o *cromidia*. Es frecuente que cada espora, por división de la cromidia o núcleo, dé nuevas esporas, que, rompiéndose la membrana quística (n. 6), quedan en libertad, produciendo cada una nuevo individuo.

Las esporas, muy resistentes, llegan al intestino humano con el agua, las verduras crudas y otros alimentos, y ya en el hombre se rompe el quiste esporádico, crece la ameba, se reproduce por división sencilla *(esquizogonia binaria)*, por

gemación, etcétera, produciendo lesiones intestinales y diarreas intensas de carácter grave.

Según *Schaudinn*, sólo las esporas pueden llegar a producir la disentería y lesiones intestinales, pues las amebas no enquistadas, al ser ingeridas mueren en el estómago por la acción de los jugos gástricos.

Los clínicos recomiendan los calomelanos y, sobre todo, las sales de emetina—sales del alcaloide de la ipecacuana—en inyecciones subcutáneas e irrigaciones de nitrato argéntico al uno por mil.

Löschia tetragena Viereck. (**Etamaeba tetragena; E. Africana** Hart.) (Fig. 3.)

Descubierta por Viereck en 1907, y estudiada por Wenyon, Hartmann y otros en los enfermos de la costa de Africa; acompaña casi siempre a la *L. dysenteriae* – a la que se parece mucho—, y, como ella, es agente productor de la disentería.

De 15 a 40 micras; endoplasma y ectoplasma bien definidos; el ectoplasma hialino y refringente; el endoplasma denso y granoso, pudiendo observarse en él hematíes y cuerpos

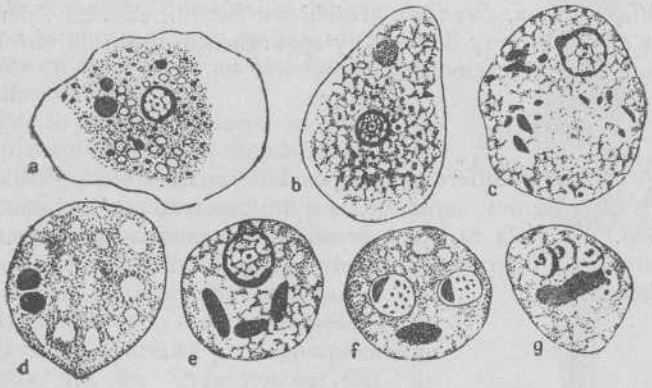


Fig. 3

bacterianos; núcleo central vesiculoso y provisto de membrana bien perceptible.

La reproducción es sexual por división sencilla (esquizogonia binaria), y sexual por autogamia y formación subsiguiente de esporas. Cuando la esquizogonia ha debilitado al animal se hace precisa la autogamia, como dijimos al ocupar-

nos de la *A. coli*; el cariosoma nuclear (*a*, *b*) es granular, vacuolado con un centro *(centriolo)* patente; este núcleo *(c)* se hace excéntrico y desprende cuerpos cromáticos que se reparten por la masa protoplasmática; el núcleo en tales condiciones se divide en dos: uno macho, y otro hembra *(d)*; estos dos núcleos hijos vuelven a fusionarse produciendo un *synkaryon* grande y vesiculoso *(e)*, que luego se divide en dos *(f)*, y cada uno de éstos en otros dos, resultando cuatro núcleos (*g*). Estos cuatro núcleos arrastran un trozo de protoplasma que, al romperse el quiste, salen al exterior, produciendo cuatro esporas o amebas hijas.

El nombre específico del parásito alude a la formación de las cuatro amebas procedentes de la autogamia; pero el término de este mecanismo de la reproducción no está bien conocido.

Al mismo grupo corresponden otras especies: la *Amaeba (Etamaeba) gingivalis* Gros. *(E. buccalis* Prow.), frecuentemente en la caries dentaria; su tamaño es de 25 a 30 micras, núcleo vacuolar y pobre en cromatina; el endoplasma y ectoplasma bien diferenciados. Muy parecida a la anterior especie es la *A. pulmonalis* Art., hallada por Artault, y luego por Brumpt, en esputos de origen pulmonar.

Otras especies se han descrito: *A. urogenitalis* Baelz, *A. Miurai* Ijima, *Leydenia gemmipara* Schau., etc., etc.; pero todas ellas son muy dudosas, y seguramente serán objeto de profundas rectificaciones.

* * *

A los Foraminíferos corresponden varias especies fósiles cuyos caparazones, constituídos químicamente por carbonato cálcico, forman la variedad de calcita llamada *creta*, ya estudiada en la Mineralogía, que tiene importancia geológica y medicinal.

BIBLIOTECA
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

ESPOROZOARIOS

Cuerpo por lo general definido, sin pestañas ni órganos locomotores; reproducción esporádica; animales parásitos.

Es un grupo mal definido e imposible de limitar: ello es debido a la regresión que experimentan en virtud de la vida parasitaria. Y así nos encontramos con esporozoarios que emiten expansiones protoplasmáticas en ciertos momentos de la vida y en otros son flagelados.

Además, al ser instituído el grupo por Leukart en 1879 (*Sporozoa*) se le dió el nombre de *Esporozoarios*, atendiendo a la reproducción esporádica, y ya hemos visto que las amebas también pueden reproducirse por tal procedimiento. Realmente el mejor y quizá único carácter del grupo es el parasitismo en todos o por lo menos en algunos de los estados del desarrollo evolutivo.

Por lo común el cuerpo es redondeado, protegido por una membrana o cutícula desprovista de apéndices. No hay orificios en la membrana, y no los necesita porque el animal se alimenta por ósmosis, cuando no lo hace por englobación de las materias alimenticias.

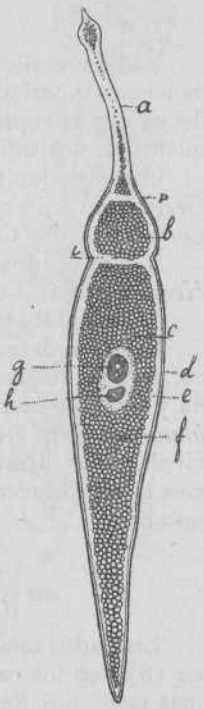


Fig. 4

Unas veces son sencillos, ameboideos, y otras de aparente gran complicación externa. En un *Stylorhynchus* (fig. 4) puede diferenciarse las siguientes partes: una región anterior o cefálica llamada *epimeridio (a)*, una región media *(b)*, *protomeridio*, y otra región posterior muy voluminosa *(c)* llamada *deutomeridio*. La membrana envolvente recibe el nombre de *ectocisto (d)*, debajo de la cual hay una capa hialina ectoplasmática o *sarcocisto (e)* y un endoplasma denso y granoso o *endocisto (f)*;

bien manifiesto el núcleo (*g*) y núcleo (*h*) o micronúcleo. En el cuerpo se distinguen también dos cinturas o estrangulaciones, una anterior (*p*) y otra posterior (*i*) que es la línea divisoria entre el proto y deutomerideo.

La reprodución es asexual por formación de esporas y sexual por conjugación isogámica o heterogámica, que estudiaremos al describir las distintas especies de interés.

Comprenden dos órdenes:

Telesporidios. La reproducción sexual no se verifica hasta terminar el crecimiento o período vegetativo.

Neosporidios. Durante todo el período de crecimiento o vegetativo se verifica la reproducción.

TELESPORIDIOS

Ya hemos dicho que el carácter fundamental es la alternancia del período vegetativo con el reproductor sexual; es decir, que la reproducción no se verifica hasta el total crecimiento de los individuos.

Comprenden tres subórdenes:

Gregarinas. Sin reproducción esquizogónica.

Coccidiomorfos. Con reproducción esquizogónica; parásitos de los tejidos epiteliales.

Hemosporidios. Con reproducción esquizogónica; parásitos de los glóbulos rojos o blancos de la sangre.

Las *Gregarinas* no tienen interés medicinal ni farmacéutico; algunas forman *sicigias* o unión de los individuos en cadena y por lo general parásitas de los Articulados: la *Gregarina blatarum* Sieb. vive en la cucaracha, y el *Monocystis lumbrici* Henl., en el intestino de la lombriz de tierra. En estas especies la reproducción sexual isogámica y heterogámica es muy notable.

COCCIDIOMORFOS

Llamados también *coccidias*, fueron descubiertos por Hake en 1839 en los canalículos hepáticos del conejo, y estudiados más tarde por Remak, J. Müller, Schaudinn y otros. Parásitos del hígado, canalículos renales y epitelio intestinal; accidentalmente en el hombre.

La reproducción es asexual, por esquizogonia y por formación de esporas, y sexual por conjugación heterogámica intracelular.

Aquí ocurre, como en otros casos ya estudiados, que la reproducción sexual se verifica cuando el animal carece de energía para reproducirse por esquizogonia; el núcleo dividiéndose en dos, en cuatro, en ocho, en diez y seis, etc., cro-

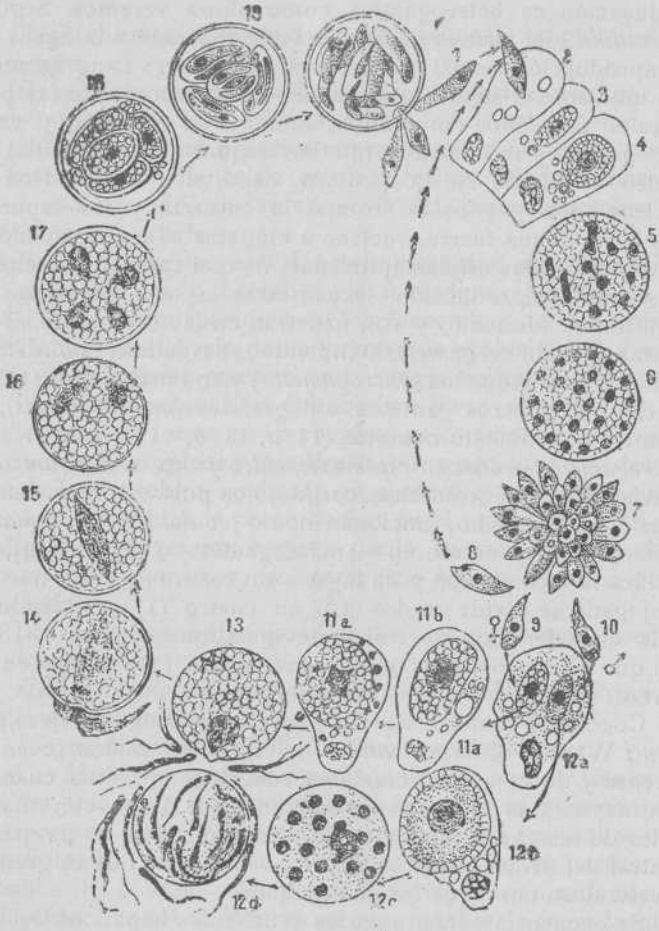


Fig. 5

midios o núcleos hijos, y cada uno de éstos arrastrando sus correspondientes trozos protoplasmáticos, llega un momento en que la cromatina no tiene fuerza para nuevas divisiones y es llegado entonces el momento de la conjugación o reproducción sexual para adquirir nuevas energías, prosiguiendo

luego la reproducción esquizogónica. Cuando la conjugación se verifica entre individualidades iguales de modo que no puedan distinguirse cuál es el macho y cuál la hembra, se llama conjugación *isogámica;* si hay diferenciación entre macho y hembra, se denomina *heterogamia.* En el caso presente, la conjugación es heterogámica, como ahora veremos. Según *Schaudinn,* del cual es el esquema que representa la figura 5, la reproducción sexual en la *Eimeria Schubergi* Lang. se verifica mediante el siguiente mecanismo: Un esporocisto (1) penetra en una célula epitelial (2), aumenta de volumen (3) y se hace grande y redondeado (4). Por esquizogonia (sencilla) el núcleo se divide en dos, cuatro, ocho, etc., cromatídeos o núcleos hijos (5 y 6). Se rompe la cubierta, y las esporas (7 y 8), si tienen fuerza, vuelven a empezar el anterior ciclo y a infestar nuevas células epiteliales. Pero si carecen de energía viene la reproducción sexual; estas esporas, parecidas a esquizontes adultos (9 y 10), penetran en la célula epitelial y se transforman en *gametos* o individuos sexuados (12 *a*). Unos gametos son pequeños (*microgametos*) y son masculinos (12 *b*, 12 *c*, 12 *d*) y otros gametos son grandes *(macrogametos),* o sean los femeninos o hembras (11 *a*, 11 *b*, 11 *c* y 13). Los *microgametos* producen *espermatozoides* y los *macrogametos,* previa expulsión cromática (corpúsculos polares), se transforman o, mejor dicho, funcionan como *óvulo.* Los *espermatozoides* (12 *d*) penetran en el macrogameto u óvulo (14), se verifica la fecundación y da lugar a un *oocisto* (15). El núcleo conjugado se divide en dos (16), en cuatro (17), rodeándose cada uno de ellos de resistente membrana *(esporas)* (18 y 19) que al romperse la membrana madre (20) quedan en libertad.

Coccidium cuniculi Rivol. *(C. oviforme* Leuk., *Eimeria cuniculi* Wasil.)—Cuerpo ovoideo de 10 a 15 micras cuando jóvenes y de 25 a 50 micras en el sentido longitudinal cuando son mayores; el protoplasma es granuloso, denso, con materiales de reserva y productos de desasimilación; en la parte central del protoplasma se descubre el núcleo, que es grande y vesiculoso con el cariosoma patente.

Se encuentra parásito en los canalículos hepáticos del conejo, en el que es muy frecuente; accidentalmente puede encontrarse en el hombre, pero apenas si produce alteraciones patológicas en el hígado. También se ha citado en el intestino humano produciendo la *coccidiosis intestinal;* tampoco es frecuente ni de carácter grave.

La *Diplospora bigemina* Ward Stil, así llamada por la bigeminación de los *oocitos,* a veces los dos encerrados en una

membrana, es frecuente en las vellosidades del intestino del perro, del gato y accidentalmente en el hombre.

HEMOSPORIDIOS

Reproducción esquizogónica y parásitos de los glóbulos de la sangre.

Grupo interesantísimo de los Esporozoarios, que por su gran importancia ha sido y es objeto de activo estudio; de día en día se descubren especies nuevas, rectificándose las características y evoluciones de estos parásitos. Pueden considerarse como coccidios adaptados a la vida parasitaria sobre los glóbulos rojos de la sangre.

Especies, por lo general, ameboideas que viven parásitas en los leucocitos y hematíes de la sangre. Danilewsky, en 1884, halló hemosporidios en los leucocitos de las aves, y Schaudinn estudió, sin poder precisar la evolución, el *Leucocytozoon Ziemanni*, parásito en la sangre del mochuelo.

Las especies parásitas del hombre viven siempre en las hematíes, y su forma es ameboidea; su carácter fundamental estriba en la propiedad que tienen estos parásitos de desdoblar la hemoglobina mediante un proceso metabólico o zimásico que determina la precipitación en el protoplasma del parásito, de un pigmento negro o pardo, llamado por Sambon *hemozoina*, y por otros, *melanina;* este último nombre poco aceptado.

Los Hemosporidios pueden dividirse, provisionalmente, en dos grupos:

Hemoproteidos: Desarrollo alternativo en los glóbulos y en el plasma sanguíneo.

Plasmodideos: Desarrollo constante endoglobular.

Los Hemoproteidos son parásitos de las aves, y tienen fases del desarrollo endoglobulares y otras en el plasma sanguíneo; pero estas últimas fases en el plasma, curiosas y mal determinadas, se verifican por haber destruído el parásito el estroma del glóbulo rojo, y, por lo tanto, quedan nadando en el líquido. Y aquí se observa un caso notable de reproducción sexual; luego de una gran actividad vital, estos cuerpos citódicos, esféricos, emiten varias expansiones, verdaderos *flagelos*, dotados de movimientos rítmicos, que al cabo de algún tiempo se desprenden del animal; los *flagelos* separados son *microgametos* o individualidades masculinas que van a fusionarse con los *macrogametos* o gametos femeninos que se han producido mediante concentración nuclear y expulsión de

cromatina. El producto de la conjugación heterogámica se denomina *zigote*, que crece y luego produce esporas. Este fenómeno sexual es conocido por los naturalistas con el nombre de *fenómeno de Mac-Callum*, por haber sido este parasitólogo quien lo descubrió.

El *Hæmoproteus noctuæ* Celli vive en el mochuelo *(Atene noctua)*; *H. columbæ* Celli en las palomas, etc., etc.

Ninguna especie, hasta hoy conocida, es parásita en el hombre.

PLASMODIDEOS

El desarrollo se verifica constantemente con formas endoglobulares, que se dividen (esquizogonia) en el interior de las hematíes.

A este grupo corresponden las especies parásitas del hombre productoras del *paludismo* o fiebres palúdicas. Fueron descubiertas por Laveran el año 1880 en palúdicos de la Argelia; desde esa época estos parásitos fueron objeto de incesante estudio y sabias controversias. Merecen citarse a Danilewsky, Marchiafava, Grassi y otros muchos, a los que debemos los conocimientos que hoy tenemos respecto a los gérmenes productores del paludismo.

Laveran sostuvo la teoría de que todas las manifestaciones o formas palúdicas eran producidas por un parásito: el *Plasmodium malarie* Lav. En 1890, Golgi, Manaberg y Marchiafava y Celli proclamaron que las formas palúdicas *(cuartana, terciana* y *fiebres irregulares)* estaban relacionadas con las formas hemáticas del parásito; es decir, que estas formas palúdicas son originadas por especies distintas. En 1898, Grassi y Bastianelli descubrieron la fase sexuada de los parásitos en los *Anopheles* o mosquitos (Dípteros), demostrándose que estos insectos son los transmisores al hombre de los agentes del paludismo.

Las especies productoras del paludismo son tres: *Plasmodium malariæ* Laveran, originaria de la *cuartana; Plasmodium vivax* Grassi et Feletti, productora del paludismo sencillo o *terciana sencilla*, y el *Plasmodium falciparum* Welch., parásito productor de las *perniciosas* y tercianas o cotidianas malignas.

Plasmodium vivax Grassi et Feletti. (*P. tertianæ* Billet. *Hæmamœba Laverani var. tertiana* Labbé. *Oscillaria malariæ* Laveran). Especie productora de la terciana sencilla.

Visto al microscopio en un enfermo palúdico no comba-

tido con la quinina, aparecen en las hematíes o glóbulos rojos de la sangre *monontes* o *trofozoitos*, o sean las formas endoglobulares del parásito, masas amiboideas con los contornos poco distintos, pero con movimientos amiboides bien acusados y vivos; cuando son jóvenes el cuerpo es hialino y sin

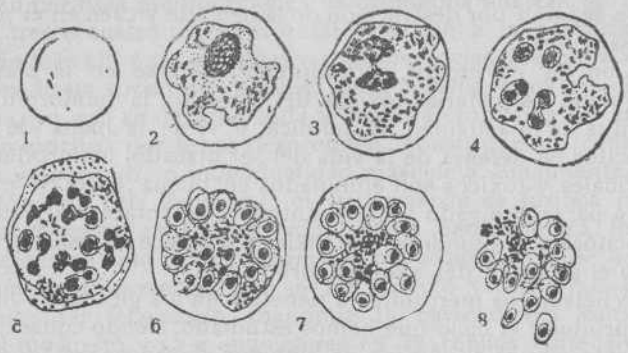


Fig. 6

pigmentos; pero al poco tiempo, cuando emite expansiones o pseudópodos, ya comienza a verse en el protoplasma del parásito granulaciones periféricas de *hemozoina* o pigmento melánico, que aumenta rápidamente hasta hacerse bien visible. La rapidez de transformación de la hemoglobina en hemozoina es buen carácter del *Plasmodium vivax;* este proceso bioquímico está bien conocido. El parásito lleva en sí una acción encimásica, en virtud de la cual desdobla la hemoglobina en productos cromógenos (pigmento) y proteicos; los primeros, o pigmento melánico *(hemozoina)*, quedan como detritus o materia excrementicia, mientras que los segundos, o materiales albuminoideos o proteicos, son asimilados por el animal.

La hematíe parasitada es globosa, más grande que en estado normal, pálida, blanda, con el estroma invadido de material cromático en forma de gránulos, los cuales reciben el nombre de *granulaciones de Schüffner*.

Cuando los *monontes* alcanzan el completo desarrollo aparece la reproducción esquizogónica; esto ocurre a las cuarenta y ocho horas, y coincide con la apirexia o intermitencia del acceso de la fiebre. En la fig. 6 puede verse el proceso esquizogónico. El mononte ocupa casi la totalidad de la hematíe (2) y presenta el núcleo bien desarrollado; por mitosis el núcleo se divide en dos (3), que por fin se separan; cada núcleo hijo se divide en otros dos (4), y así sucesivamente hasta

constituir diez y seis o veinticuatro núcleos hijos (5), pudiéndose apreciar ya en el estroma del glóbulo rojo fuertes *granulaciones de Schüffner*. Los núcleos reconcentran trozos protoplasmáticos, y el parásito queda convertido en tantos *merozoitos* (nuevas individualidades resultantes de la reproducción esquizogónica) cómo núcleos existen (6 y 7), que al fin se separan por destrucción de la hematíe y caen en el plasma sanguíneo.

Con los *merozoitos*, naturalmente, viértese en el plasma sanguíneo las materias tóxicas del parásito, la hemozoina y detritus de la actividad bioquímica, y viene la lucha de los fagocitos en defensa de la vida del ser atacado; los productos residuales y tóxicos son eliminados en buena parte y otros van a parar al higado y bazo. Entonces, al entablarse la lucha fagocitósica y difundirse las toxinas, aparece el escalofrío y todo el preludio del ataque febril.

Vuelven los merozoitos a penetrar en los glóbulos rojos y a reproducir el ciclo que hemos estudiado, siendo consecuentemente mayor el número de glóbulos atacados. Por lo general, en el glóbulo sólo se alberga un parásito.

Cuando los parásitos se hacen viejos aparecen redondeados, esferoidales y no emiten pseudópodos; la cromatina nuclear es densa y granosa; éstos son ya *gamontes* o individuos sexuados que no producen esquizogonia. En el interior del euerpo humano estos *gamontes* no pueden verificar la reproducción sexual; es decir, no producen micro y macrogametos; aparecen ocultos en los vasos interiores, en el bazo, en el hígado, en la sangre visceral, y en las antiguas infecciones se presentan también en la sangre periférica. Con mucha frecuencia sufren una reproducción esquizogónica regresiva y vuelve a mostrarse el proceso palúdico.

Para que los *gamontes* se reproduzcan sexualmente tienen que cambiar de huésped, pasando al cuerpo del mosquito (especies del género *Anopheles)*. Estos dípteros *(Anopheles maculipennis* Meing, *A. bifurcatus* L., etc.) son además los encargados de inocular el parásito extendiendo el contagio. Los individuos hembras de *Anopheles* son los únicos capaces de inocular el germen palúdico por ser hematófagas; los individuos machos se alimentan de jugos vegetales.

Supongamos que una hembra de *Anopheles maculipennis* pica a un palúdico: al chupar la sangre puede ocurrir que con ella ingiera gérmenes endoglobulares asexuados, y en este caso el mosquito no queda infectado, pues lo que hace es digerirlos con los glóbulos sanguíneos. Pero puede ocurrir que con la sangre pasen *gamontes* o gérmenes sexuados, y enton-

ces ya se infesta el mosquito y se verifica la reproducción sexual. Ya en el aparato digestivo del mosquito, los gamontes femeninos o *macrogametocitos* eliminan cromatina mediante proceso de reducción y formación de corpúsculos polares, y quedan convertidos en *macrogametos* aptos para ser fecundados. Los gamontes masculinos o *microgametocitos* sufren también curiosas modificaciones: la cromatina nuclear se divide en tres o cuatro trozos cromáticos y van a la periferia, formándose allí unas verrugas o protuberancias que van alargándose hasta constituir flagelos; estos flagelos, ricos en cromatina, ya que se llevaron toda la materia cromática del microgametocito, por fin se desprenden, constituyendo cada uno un *microgameto* o individualidad masculina. Finalmente, en el estómago del *Anopheles,* el *microgameto* se fusiona con el *macrogameto*, uniéndose (conjugación heterogámica) los dos núcleos en uno solo *(sincarion)*, cuyo zigote recibe aquí el nombre de *vermículo* por ser de aspecto vermiforme. El parásito así fecundado abandona la cavidad del estómago del mosquito y va a enquistarse en las células epiteliales: es el *quiste anfióntico* de Schaudinn. Este *anfionte* está dotado de gran actividad; el *vermículo* (núcleo) se divide en varios que se disponen, luego de cierto proceso poco conocido, en la periferia protoplasmática; cada uno de estos núcleos se dividen y subdividen, llevándose cada uno un trozo de protoplasma, constituyendo un conjunto multiesporádico *(esporoblasto)*, cuyas esporas quedan en libertad al romperse la membrana madre. Un *esporoblasto* produce millares de esporas. Las esporas *(esporozoitos)* están dotadas de gran actividad y son de aspecto fusiforme y con el núcleo central; estas esporas, o mejor *esporozoitos*, invaden el cuerpo del mosquito, bien por su actividad motora o por ser arrastradas por la corriente sanguínea del insecto; pero adonde se aglomeran los *esporozoitos* es en las glándulas salivares, y allí esperan a que las condiciones favorezcan el desarrollo. Si un *Anopheles* así infestado pica al hombre, inyecta con el líquido salivar los esporozoitos del parásito, y estos gérmenes ya en la sangre humana producen el ciclo evolutivo estuado y, consecuentemente, la fiebre palúdica.

El período de incubación, desde que el esporozoito penetra en la sangre hasta que aparece la fiebre, dura doce o catorce días; depende fundamentalmente de las condiciones del atacado.

Plasmodium malariae Laveran. *(Hæmaœba Laverani, var. quartana* Labbé.) Especie productora de la fiebre llamada comúnmente *cuartana.*

Es por sus costumbres, evolución y morfología muy próxima a la especie anteriormente descrita.

Las formas jóvenes endoglobulares son pequeñas, pero con el contorno protoplasmático bien definido; rara vez emite pseudópodo, con movimiento amiboideo lento. Los glóbulos rojos parasitados apenas si sufren deformación: aparecen retraídos y con *color más obscuro* que los glóbulos no parasitados. Aquí los reactivos no descubren las *granulaciones de Schüffner*. Tardíamente descomponen la hemoglobina, precipitándose en el protoplasma del parásito gruesos gránulos de *hemozoína* o pigmento melánico.

El desarrollo esquizogónico de los *trofozoitos* o *monontes* tarda setenta y dos horas, y el fenómeno esquizogónico empieza a las sesenta horas; así es que, a las doce horas, se han formado los *merocitos*, o término de evolución esquizogónica; claro es que sufre ello modificaciones.

El protoplasma crece, y el núcleo se hace mayor y vesicular, ocupando el parásito unas dos terceras partes de la hematíe; mitósicamente el núcleo se divide en dos, en cuatro, en ocho, quedando comúnmente detenida en este número la división nuclear; rara vez doce, con más frecuencia en seis; estos seis u ocho núcleos se rodean cada uno de su porción protoplasmática y quedan formando una roseta; cada individualidad es un *merocito*. En el centro de la roseta se advierte un residuo protoplasmático muerto e impregnado del pigmento melánico. Los merocitos se separan, y, repartiéndose por la sangre, vuelven a parasitarse en los glóbulos rojos, que al cabo de otras setenta y dos horas vuelven a reproducir *merocitos*. En el acto de la precipitación de la *hemozoína* y productos tóxicos, que es en el momento de separación de los *merocitos* de la roseta, se presenta el escalofrío de la fiebre *cuartana*.

También esta especie necesita llegar al *Anopheles* para verificarse la reproducción sexual.

El parásito, convertido en *gamonte*, o sea en animal inapto para continuar reproduciéndose por esquizogamia, por carecer de energía, pero apto para la reproducción sexual, son ovoideos más grandes que los glóbulos rojos, muy resistentes, y con frecuencia se hallan en el bazo y vasos viscerales; rara vez en la sangre periférica. Si un *Anopheles* pica al hombre que padece infección cuartanaria y da la casualidad que en la sangre que chupa van *gamontes*, al llegar éstos al estómago se hacen activos, convirtiéndose en gametocitos *(microgametocitos* y *macrogametocitos)*, y verificándose la misma evolución y proceso que en el *Plasmodium vivax* ya estudiado. Los mos-

quitos infectados pican al hombre y le inoculan los *esporozoitos* de la cuartana.

Plasmodium falciparum Welch. (*Laverania malariæ* Grass et Feletti). Fig. 7.

Esta especie es la productora de la fiebre palúdica *perniciosa* y de la *cotidiana maligna*. Los caracteres morfológicos y clínicos son marcadamente distintos de las dos especies anteriores, por cuya razón constituyen con ella, algunos autores, género distinto (*Laverania*).

Cuerpos amiboideos de contornos limpios, y activos movimientos, que parecen estar sobre los glóbulos rojos, aun cuando es opinión general sean endoglobulares; visto un hematíe al poco tiempo de ser invadido por el parásito, el *mononte* se presenta bien definido, con forma *anular* característica (A de la fig. 7), porque el protoplasma toma esa disposición, dejando en el centro un espacio vacuolar; el núcleo, como puede verse en la figura, es patente y periférico, y ocupa siempre el punto más delgado del anillo protoplasmático. Con los reactivos se pone de manifiesto unas fuertes granulaciones (A, *gr.*) llamadas *gránulos de Maurer*, dispuestas sobre el estroma del glóbulo rojo parasitado; estos glóbulos se deforman, reduciéndose el estroma, y cambian de color (glóbulos cobrizos).

La esquizogonia no se verifica en la sangre periférica y sí en los capilares viscerales y vasos profundos, tardando este proceso reproductor asexual tiempo variable, veinticuatro, treinta y cuatro o cuarenta y ocho horas. El mononte (1) se hace amiboideo, emitiendo expansiones protoplasmáticas o pseudópodos robustos (2 y 3); se ensancha el núcleo y se redondea el protoplasma (4); el núcleo se divide en dos, en cuatro y en ocho trozos cromáticos que recogen su correspondiente trozo protoplasmático y quedan unidos formando la roseta (5); se separan los ocho hijos (6), dejando en el centro el pigmento melánico; por fin se rompe la cubierta (7) y los merocitos quedan en libertad y vuelven a infestar nuevas hematíes (comienzo del acceso palúdico) y a reproducir el ciclo esquizogónico indicado.

La reproducción sexual heterogámica es muy parecida a las especies anteriores; los monontes, agotados por repetidas divisiones, necesitan conjugarse para adquirir fuerza esquizogónica; se hacen semilunares o falciformes (a lo que alude el nombre específico del parásito) (8) y esperan a que un *Anopheles*, al chupar la sangre del palúdico, los lleve al estómago y allí se modifican en macrogametocitos (♀) y microgametocitos (♂). Los macrogametocitos se redondean y ensanchan (14 y 15), y en los microgametocitos (9 y 10) el núcleo se di-

vide en cuatro masas cromáticas (11) que van a parar a la periferia, constituyendo prominencias que, creciendo, se con-

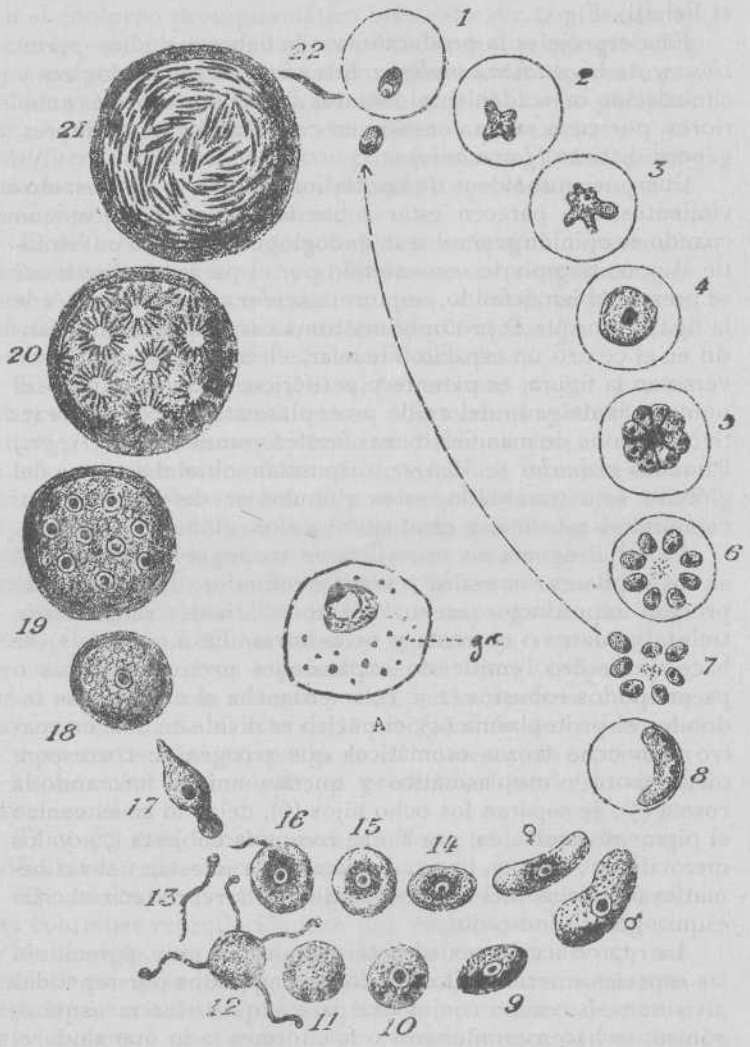


Fig. 7

vierten en flagelos (12); estos flagelos, ricos en cromatina, por fin se separan (13), y funcionando como un espermatozoo, penetra en el macrogameto (16), fusionándose los dos núcleos

y formando un *zigote* (17); el zigote se redondea y crece, y el núcleo conjugado se divide en dos, en cuatro, etc., etc., núcleos hijos o corpúsculos cromáticos (19), los cuales, a su vez, siguen subdividiéndose radialmente (20), y esta multitud de individualidades quedan dentro de un quiste esporozoítico (21) que, al romperse la cubierta madre o quística, quedan en libertad e infestan las glándulas salivares y demás órganos del *Anopheles;* un mosquito infestado pica al hombre y le inocula los gérmenes o *esporozoitos* (22).

Ya hemos dicho anteriormente que esta especie es la productora de la *fiebre perniciosa* y, en general, del *paludismo maligno;* en los niños, principalmente, en pocas horas puede producir la muerte. Estos casos son frecuentes en Extremadura y Andalucía, donde el paludismo es endémico y reviste los caracteres de mayor gravedad.

El siguiente cuadro es un resumen de las características específicas más salientes para poder diferenciar las tres especies productoras de las fiebres palúdicas:

	Plasmodium vivax.	Plasmodium malariæ.	Plasmodium falciparum
Formas jóvenes...	Contorno mal definido; movimiento amiboide fuerte y acusado; muy refringentes.....	Contorno bien definido; movimientos lentos.....	Contorno bien definido; movimientos vivos.
Esquizontes.....	Mayores que los glóbulos rojos y esferoidales.....	Menores que los glóbulos rojos; cuadriláteros....	Muy pequeños, una cuarta parte del glóbulo; esféricos.
Pigmento.....	Gránulos finos, alargados, color rojo claro y muy movibles.....	Gránulos gruesos, cortos e irregulares; nada o poco movibles.....	Pocos gránulos, pequeños y casi inmovibles.
Glóbulos parasitados.....	Hipertrofiados, muy pálidos y con las granulaciones de Schüffner....	Retraídos; obscuros; sin granulaciones protoplasmáticas.....	Poco modificados, con granulaciones de Maurer.
Esquizogonia.....	En forma de casquete.....	En forma de roseta	Irregular o en forma de roseta.
Gametos.....	Redondeados....	Redondeados, esferoidales.....	De forma semilunar, falciformes.
Tiempo de la evolución.....	Cuarenta y ocho horas.....	Setenta y dos horas.....	De veinticuatro a cuarenta y ocho horas.
Fiebre.....	Terciana.....	Cuartana.....	Cotidiana, perniciosa, maligna.

Paludismo.—Enfermedad producida por las especies del género *Plasmodium*, e inoculada en el hombre por los mosquitos del género *Anopheles* y otros de la familia culícidos, del orden de los Dípteros. El nombre de paludismo procede de la palabra *paludes*, nombre antiguo de pantanos, terrenos pantanosos o lagunas, y, en efecto, los *Anopheles* en estado larvario viven en las aguas de los terrenos pantanosos.

España, por censurable abandono, otorga al paludismo un fuerte tributo; es grande el número de palúdicos en la península Ibérica, y de ellas en Andalucía, Extremadura y delta del Ebro. En España mueren anualmente de paludismo cerca de dos mil personas; sólo en Extremadura llegan a cerca de un millar. Son muchos los miles de españoles que por la fiebre palúdica se inutilizan para el trabajo durante el verano y otoño, y son muchos también los niños que mueren por no poder resistir la fiebre *perniciosa;* raro es el pueblo de Extremadura y delta del Ebro que todos los años no ven sucumbir niños a las pocas horas de ser atacados de esta terrible fiebre.

Las medidas profilácticas contra el paludismo son bien conocidas: impedir ser picados por los *Anopheles*, únicos productores del contagio, poniendo en las ventanas y puertas de la vivienda espesas telas metálicas. Pero la acción pública y particular puede y debe aminorar el paludismo, desecando, saneando los terrenos con drenajes y otras obras que impidan la formación de aguas pantanosas, ya que de esta manera el *Anopheles* no puede procrearse por ser acuática la larva de estos insectos. Este es el único medio racional y positivo y el que debe poner en práctica el Poder público y los propietarios de terrenos pantanosos. Las excavaciones de tierras de las vías férreas que pasan por las regiones palúdicas, así como las cunetas de las carreteras de esos terrenos, son focos de infección. Los eucaliptus gozan fama de antipalúdicos porque, debido al enorme desarrollo de sus raíces y gran cantidad de humedad que necesitan para la vida, desecan los terrenos, evitando la formación de ciénagas.

Se ha introducido en España, por la Comisión del paludismo, la *Gambussia affinis,* un pez de América, que se alimenta de las larvas de los mosquitos; si los charcos palúdicos no fueran en invierno inundados por las aguas torrenciales, pudiera dar resultado desarrollar estos peces en los paludes, pero comúnmente son arrastrados por las aguas a los ríos y al mar.

Las algas *Caráceas,* las fétidas, son también excelentes contra las larvas de los mosquitos, y respecto a este particu-

lar, actualmente se están haciendo ensayos en España. No degenerando el alga, por carencia de compuesto cálcico, no hay duda que tienen que dar buenos resultados; los productos odoríferos de las Caráceas son mortales para las larvas de los *Anopheles* y demás mosquitos.

El específico contra el paludismo es la quinina (sulfato, cloruro, etc.); *bien administrada* es de resultados maravillosos; jamás fracasa cuando se aplica al iniciarse la enfermedad y en el período del descenso, y mejor al hallarse limpio de fiebre. Vistos al microscopio los glóbulos rojos atacados a las pocas horas de haberse administrado la quinina, aparecen con el parásito destrozado, deshecho. En los casos de paludismo viejo, abandonado o en las perniciosas no descubiertas y atacadas a tiempo con energía, la quinina ya no tiene la acción específica indicada; puede aliviar y hasta curar, pero su acción no es precisa e indiscutible. La clínica en estos casos recomienda los compuestos arsenicales.

NEOSPORIDEOS

Durante el período vegetativo (período de crecimiento) se verifica la reproducción. Grupo parecido a los rizópodos.

Comprende tres órdenes:

Mixospóridos.—Esporas endógenas con cápsulas polares. Monontes (trofozoitos) amiboides.

Sarcospóridos.—Esporas reniformes sin cápsulas polares. Monontes largos, inmóviles.

Haplospóridos.--Esporas con grueso núcleo, redondas y sin cápsulas polares.

Los *Mixospóridos*, especies parásitas en los peces, carecen de interés medicinal y farmacéutico.

Sarcospóridos.—Conocidos comúnmente con los nombres de *corpúsculos o tubos de Rainey*, rarísimos en el hombre, pero muy comunes en los ratones, carnero y otros animales, en el tejido conjuntivo y en las fibras musculares. El aspecto es el de un saco fusiforme lleno de esporas reniformes o falciformes. Propiedad interesante de estos parásitos es la de producir *sarcocistina*, substancia fuertemente tóxica.

Según L. Negri, estas especies, la parásita del ratón, son al principio parásitas del epitelio intestinal, y luego penetran en los paquetes fibrosos. Respecto al proceso evolutivo nada en concreto puede afirmarse; es por hoy desconocido.

A este orden corresponde el *Sarcocystis tenella* Raill., de la fibra muscular estriada del carnero, y hallado por Vuille-

min en un hombre muerto de tuberculosis. La *Balbiania mucosa* Blanch., en el esófago del carnero y encontrada por Kartulis en un hombre del Sudán; la *Balbiania (Sarcocystis) Miescheriana* Kühn., del cerdo; la *Miescheria muris* Blanch., común en los ratones, fué hallada por Baraban en la laringe de un hombre ajusticiado; la *Nosoma bombycis* Naeg. produce la *pebrina* en el gusano de seda.

El *Rhinosporidium Kinealyi* Minch et Fantham, de los Haplosporídeos, produce tumores poliposos en la nariz y oídos del hombre. Se deposita en los tejidos blandos, tomando el aspecto amiboideo con núcleo patente; para reproducirse, el núcleo se divide en dos, en cuatro, etc., etc., cromidios, y cada uno, rodeándose de protoplaama, constituye una espora; estas esporas mononucleadas, y carentes de cápsulas polares, forman quistes, que al romperse quedan en libertad e infestan nuevamente. Ha sido observado en Calcuta, Argentina y otros países.

En 1903 Negri halló en las células nerviosas del asta de Ammon de los animales atacados de hidrofobia *(rabia)* unos corpúsculos de 1 a 27 micras, redondeados o triangulares, llamados *cuerpos de Negri*, que fueron considerados como los agentes de tan terrible enfermedad.

FLAGELADOS

Grupo mal definido, próximo a los Rizópodos y Esporozoarios, y de dudosa colocación en las clasificaciones zoológicas. Denominados *Mastigóforos* o *Mastigofóridos* por Doflein, se caracterizan por tener *flagelos* u organelas locomotoras persistentes, constituídas por material citoplasmático. Cuerpo, por lo general, definido y protegido por una membrana.

El *flagelo* es un apéndice largo, en forma de látigo, elástico y con movimientos, por lo general, lentos y ondulados. Se inserta el flagelo en un corpúsculo cromático llamado *blefaroblasto;* este corpúsculo o *bleforaplasto* puede ser hondo o estar en la periferia del animal; la parte de flagelo que penetra en el cuerpo o porción intracelular se llama *rizoplasto;* la parte libre o externa del flagelo es el *periplasto*. El número de flagelos es distinto: puede ser uno *(Monomastigina)* o varios *(Polimastigina)*, siendo la colocación fija para cada especie.

El núcleo es patente y bien desarrollado; el micronúcleo o *kinetonúcleo* unas veces está rodeando al *blefaroplasto,* con el que se une íntimamente, o está separado y distanciado de él.

No hay orificios de entrada y salida de los materiales alimenticios.

La reproducción es asexual por división sencilla *longitudinal* o sexual por *isogamia* o *heterogámica*, a veces por *autogamia.*

Especies parásitas o libres de agua dulce o salada.

Comprende tres órdenes:

Euflagelados.—Cuerpo libre, sin placas celulósicas y sin punto umbilical.

Dinoflagelados.—Cuerpo sin punto umbilical, pero protegido por placas celulósicas.

Cistoflagelados.—Cuerpo redondo, con punto umbilical adonde se concentra el protoplasma.

EUFLAGELADOS

Son los flagelados más sencillos, a veces sin flagelos *(Spirochæta)* o con ellos iniciados en las terminaciones del cuerpo *(Treponema)*, o más frecuentemente con uno o varios flagelos bien desarrollados.

Carece el cuerpo de placas celulósicas esculpidas, y el protoplasma se extiende por toda la cavidad celular, sin que jamás se concentre en un punto periférico o punto umbilical.

Se dividen en los siguientes grupos:

Espiroquétidos (Proflagelados).—Sin flagelos o con flagelos terminales sólo iniciados.

Tripanosómidos.—Formas sencillas, nunca en colonias, con flagelos y con una banda protoplasmática ondulante.

Cercomonádidos.—Sencillos, con uno o dos flagelos y sin banda ondulante.

Tricomonádidos (Tetramítidos).—Con tres o cuatro flagelos en el extremo ensanchado del cuerpo. Membrana ondulante.

Lambliádidos (Polimastigina).—Con cuatro u ocho flagelos en la parte ensanchada y dos en el extremo estrecho del cuerpo. Sin membrana ondulante.

Coanoflagélidos.—Agrupaciones en colonia.

Hay un grupo denominado *Rizomastígidos,* intermedio entre los flagelados y rizópodos amébidos, de incierta coloca-

ción; el cuerpo de estas especies, la *Mastigamoeba aspera* Schulze, de agua dulce, cambia de forma porque el animal emite pseudópodos robustos y lobados.

Al grupo de los *Coanoflagelidos* o flagelados en colonias corresponde el *Codonocladium umbellatum* Ste. de aguas dulces, que se alimenta de bacteriáceas, y el *Dinobryon hispanicus* Bach y *D. sertularia* Ehrbg., estos dos últimos de aguas dulces, con los que se forma el grupo de los *Crisomonádidos*.

ESPIROQUETIDOS

Llamados también *Proflagelados*. Comprende dos géneros: *Spirochæta* y *Treponema*, los dos de gran interés. Reproducción por división longitudinal.

Spirochæta.—Cuerpo plano, largo y delgado, en espiral, sin flagelo. El ectoplasma se desarrolla en membrana ondulante que rodea todo el cuerpo formando una espiral; núcleo largo, filiforme; endoplasma con corpúsculos cromáticos patentes.

Treponema.—Cuerpo filiforme, alargado, no plano, sin membrana ondulante, arrollado en espiral, con las terminaciones afiladas en forma de flagelos.

Spirochæta recurrentis Lebert.

Especie parásita en la sangre humana que produce la llamada *fiebre recurrente (Fiebre recurrente europea)*. Fué descubierta por *Obermeieri* en 1868. Es muy pequeño, un cuarto de micra de ancho por diez a quince micras de largo; ligeramente plano y filamentoso, arrollado en espiral. Es frecuente hallar dos individuos juntos, como dos hilos que se separasen de un cordón; esto es consecuencia de la reproducción asexual por división longitudinal.

Se sabe que las chinches y piojos son los encargados de producir la infección. Hasta hace poco esta fiebre sólo se había observado en Rusia y Balcanes. Hace dos años ha sido descubierta en España, en varios pueblos de la provincia de Cáceres, desgraciadamente con carácter grave.

Al mismo género corresponde la especie productora de la llamada *fiebre de las garrapatas*, o más comúnmente *tick-fever (Spirochæta Duttoni* Novy et Knapp), muy parecida a la especie anterior, aunque de mayor tamaño; las garrapatas,

especies del género *Ornithodorus*, son las encargadas de la transmisión del parásito. La enfermedad es conocida en Abisinia, Africa Oriental, en el Congo.

La *Spirochæta Novyi* Schll. produce la fiebre *recurrente americana*, transmitida también por las garrapatas; la *Spirochæta Carteri* Mack. es la que produce la fiebre *recurrente de la India*, propagada por un hemíptero, la chinche de Bombay *(Cimex rotundatus)*.

En la boca del hombre se han descubierto la *Spirochæta Vincenti* Blanch, productora de anginas; *S. buccalis* Cohn, *S. dentium* Koch, etc.

Treponema pallidum Schau. et Hoffm.

Spironema pallidum Vuille. *Microspironema pallidum* Stiles et Pfen. (fig. 8). Especie productora de la *sífilis*.

Descubierta por Schaudinn y Hoffman en el año 1905 y estudiada la inoculabilidad por Metchnikoff y Roux, la cual

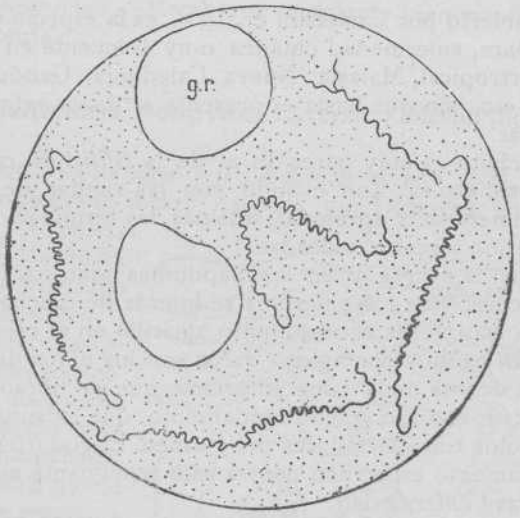


Fig. 8

se verifica por contacto del germen sobre heridas interiores o exteriores; el parásito se halla en todas las lesiones sifilíticas, *chancro*, lesiones *secundarias* y *terciarias* y con respecto

BIBLIOTECA DEL INSTITUTO PROVINCIAL SORIA

a la *sífilis hereditaria* es abundante en el pénfigo, en las lesiones específicas del feto y en la placenta.

El parásito es como un filamento, de un quinto de micra de ancho por ocho a catorce micras de largo; este filamento está fuertemente arrollado en espiral; las terminaciones son puntiagudas, de aspecto flageliforme. Es frecuente hallar ejemplares bifurcados o a punto de desdoblamiento como consecuencia de la reproducción asexual por división longitudinal; es desconocida la reproducción sexual.

Vive en el hombre, lo mismo en las lesiones cutáneas que viscerales, y se puede inocular a una porción de animales: monos, carnero, perro, cobaya, etc. En el hombre origina esa terrible enfermedad conocida con el nombre de *sífilis*, que tantos y tantos estragos produce; seguramente es a la que mayor tributo paga la humanidad. Contra esta enfermedad están indicados los mercuriales y arsenicales, estos últimos en combinaciones orgánicas *(salvarsan* y *atoxil)*.

Treponema pallidulum Castell.

Descubierto por Castellani en 1905, es la especie productora del *pian*, enfermedad cutánea muy frecuente en toda la zona intertropical, Malasia, Nueva Caledonia, Gabón, Antillas, etc., etc., sin que hasta el presente se haya extendido a otras zonas.

El parásito es muy parecido al de la *sífilis*; es, como él, filamentoso, espiral, aun cuando con las vueltas de espiral menos numerosas y apretadas; además, las terminaciones del filamento son algo redondeadas.

Vive en la sangre y en los papilomas piánicos (*mamanpian)*; el cuerpo de los enfermos se inunda de muchas placas circulares escamosas con un punto amarillo en el centro.

El *pian* es muy contagioso; raros son los niños de las poblaciones densas de la zona infectada, que se libran de esta enfermedad; se supone, con fundamento, que las moscas son los vehículos transportadores del germen. El yoduro potásico es medicamento específico contra esta repugnante aun cuando no grave enfermedad.

Del género *Spirochaeta* se conocen muchas especies parásitas de otros animales, siempre vertebrados. En los ratones y ratas, viven en la sangre la *Spirochaeta muris*, var. *Virginiana* Mac Neal y var. *Galatziana* Mezin, y la *Spirochaeta minor* Carter; en la sangre del caballo, la *Spirochaeta equi* Brumpt; en la sangre del carnero, la *Spirochaeta ovina*

Blanch. La *Spirochaeta gallinarum* Stephens, en las gallinas; la *Spirochaeta anserina* Sakh., en la sangre de la oca, etcétera, etc.

TRIPANOSÓMIDOS

Flagelados interesantísimos, parásitos del hombre y otros animales; comprenden varios géneros: *Leishmania, Trypanosoma, Trypanoplasma* y *Trypanophys;* los géneros *Schizotrypanum* y *Edotrypanum* deben considerarse incluídos en el género *Trypanosoma.*

Las especies del género *Trypanoplasma,* biflagelados, viven parásitos en la sangre de los peces; y las especies del género *Trypanophys* viven en los sifonóforos (pólipos). Los dos géneros, verdaderamente interesantes y bien conocidos, son los que a continuación estudiamos:

Leishmania.—Membrana ondulante poco manifiesta o nula, que es lo general; sin flagelo en el período endoglobular, pero conservando el blefaroplasto y trozo de flagelo intracelular (*rizoplasto*).

Trypanosoma.—Membrana ondulante bien manifiesta; flagelo patente.

Leishmania Donovani Laveran y Mesnil (fig. 9)

Parásito descubierto por Leishman el año 1903, en Londres, y observado meses después por Donovan en Madras; produce la enfermedad llamada *kala-azar tropical* o *fiebre dum-dum.*

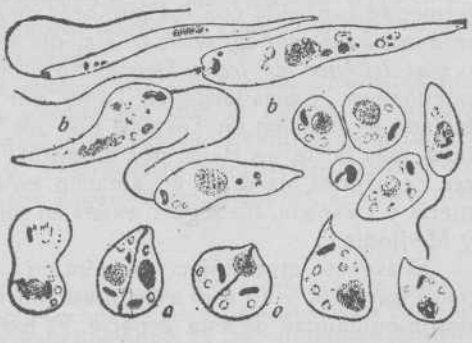


Fig. 9

Corpúsculos redondeados, piriformes o alargados, con un flagelo en la parte ensanchada, que a veces puede faltar. Los reactivos colorantes descubren un núcleo grande muy desarrollado, y el kinetonúcleo fusionado con el blefaroplasto, fuertemente coloreado por ser rico en cromatina. La reproducción es por divi-

sión sencilla; en la figura pueden observase ejemplares (*a*) en que aparece iniciada la división longitudinal; en los ejemplares (*b*) el flagelo está bien desarrollado, que, como se ve, no existe en los individuos en división.

Hasta ahora sólo se ha visto parásito en el hombre, en la sangre, vasos sanguíneos y linfánticos del hígado y bazo, riñones y testículos, en la boca y úlceras de la piel, y hasta en la medula ósea y vasos pulmonares; pero donde es más frecuente es en los leucocitos o glóbulos blancos de la sangre periférica. Patton creyó observar el parásito en el estómago de la chinche de la India (*Cimex rotumdatus*); esta observación no ha sido confirmada. Pero es extraño que la mencionada especie no viva sobre otras inoculadoras y quizá en medios de evoluciones hasta hoy desconocidas.

La presencia del parásito en el hombre, como hemos dicho, produce el *kala azar* o *fiebre dum-dum*, enfermedad gravísima, pues casi todos los atacados sucumben; el bazo e hígado se hipertrofian; la fiebre es subida y casi continuada, y los glóbulos blancos de la sangre disminuyen numéricamente hasta la décima o duodécima parte (*leucopenia*). Por estas razones, y por ser desconocido un cuerpo medicinal para combatirla, se comprenderá la extremada gravedad de la afección. Hasta el presente sólo existe en la India, China y Sudán.

Leishmania infantum Ch. Nicoll.

Leishmania Donowani Laveran, *pro parte*. Produce la enfermedad conocida con los nombres de *leismaniosis esplénica infantil*, *kala-azar infantil*; en España se llama *mal del bazo* o *mal del bazo de leche*. Descubierto en 1905, en Nápoles, por Pianese, y más tarde, en Túnez, por Nicolle. En 1912 fué hallada en España: en Tortosa, por los señores Vilá y Pittaluga; más tarde, en Reus, por el señor Frías, y por los señores Fernández Martínez y Camacho en las provincias de Almería y Granada. Es seguro exista en todo el litoral levantino y Mediodía.

El aspecto morfológico es idéntico a la *Leishmania Donowani* Laveran, y no será aventurado afirmar que es una variedad o modalidad de esta especie. El hallarse, a más de en el hombre, en el perro y en las pulgas del perro (*Pulex serraticeps*), y en la pulga común, *Pulex irritans*, acusa una diferenciación, por lo menos en sus costumbres y quizás en el proceso evolutivo.

La enfermedad es propia de los niños de pecho, a veces en niños de tres o cuatro años; el parásito llega al niño por el perro o por las pulgas, inoculando el germen patógeno. Como la especie anterior, vive en el bazo, hígado, capilares de la medula ósea, etc., etc. La enfermedad sólo puede diagnosticarse mediante la punción en el área esplénica y estudio microscópico de la pulpa semilíquida del bazo obtenida con la punción; los clínicos españoles recomiendan, a más del examen directo microscópico, previa coloración, el cultivo del material esplénico en agar sangre.

El *kala-azar infantil* es terrible, gravísimo; fiebre fuerte irregular, hipertrofia del bazo, gran demacración, enorme disminución de hematíes o glóbulos rojos de la sangre, hiperleucocitosis al comienzo de la enfermedad; pero luego leucopenia, y, por fin, casi siempre la muerte. Hasta ahora el tratamiento médico no da buenos resultados. Se recomiendan la euquinina y citrato férrico, y los compuestos arsenicales en inyecciones endovenosas. La fiebre es rebelde a la acción de la quinina. Es muy fácil que algunos casos, considerados como *palúdicos* en Andalucía y Extremadura, inertes a la acción de la quinina y a las inyecciones arsenicales, de fiebre irregular y continuada, sean debidos a este parásito (1).

Leishmania furunculosa Firth.

Helcosoma tropicum Wright, *Oroplasma orientale* Martinowky. Descubierto por Wright en 1891, es la especie productora del granuloma cutáneo llamado *botón de Oriente* o *botón de Alepo*, muy frecuente en las regiones tropicales y subtropicales, conociéndose casos en España (costa granadina, Sur de España y Levante).

Muy parecida, la especie, a la *Leishmania Donowani*, quizá la misma especie modificada por el medio de vida; es piriforme, de tres a cuatro micras en el sentido de la mayor longitud; el núcleo y blefaroplasto se revelan patentes con los reactivos colorantes; flagelo largo, flexuoso, a veces dividido.

---

(1) Esto decíamos en 1920; desgraciadamente, nuestra sospecha ha sido una realidad. Son muchos los casos presentados en Extremadura, la mayoría con funesto desenlace. Si las autoridades sanitarias no se preocupan de esta grave enfermedad, llegará el *kala-azar infantil* a ser en España tan mortífero como el paludismo. De todos modos, el *kala-azar infantil* va extendiéndose por España de modo alarmante.

Se supone que las chinches, pulgas y mosca común sean los transmisores del parásito, pero sin poderse llegar a la afirmación; es problema sin resolver. El *botón de Oriente* es una lesión cutánea de la cara, pies y manos, que se cubre de escamas gruesas y obscuras y produce gran picazón; al cabo de algún tiempo cura y queda una cicatriz indeleble. Si se consigue que el enfermo no se rasque las úlceras, y desde el principio se combate con cauterizaciones de permanganato potásico, la cicatrización es superficial y las señales no quedan tan patentes. De todos modos es afección benigna.

En el perro y camello produce este parásito úlceras parecidas a las del hombre.

Género **Trypanosoma** Grubi.

Fácil de caracterizar por tener el cuerpo fusiforme, con flagelo y membrana ondulante bien desarrollados. La palabra tripanosoma significa *cuerpo en forma de barrena*. En la figura 10, que representa el *Trypanosoma gambiense* Dutton., se observa el núcleo (*trofonúcleo*) patente (1), bien desarrollado y colocado hacia la mitad del cuerpo. En la parte anterior hay un gránulo cromático (2), que es el *kinetonúcleo*, unido a otro corpúsculo cromático (3), que es el *blefaroplasto;* repartido por la masa protoplasmática hay gran número de gránulos que, con los métodos de Romanowsky (1), dan la reacción de la cromatina, y reciben el nombre de *cromidioplastos* (4); del *blefaroplasto* (3) arranca un flagelo que, uniéndose a la expansión protoplasmática (5), forma la *membrana ondulante,* y sale fuera hacia la parte posterior del cuerpo formando un *flagelo* (6).

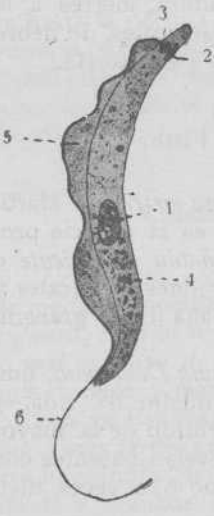


Fig. 10

El tamaño es variable, pero siempre son mayores que los glóbulos de la sangre. Viven en la sangre de los Vertebrados y en el aparato digestivo de los Invertebrados. Con el parasitismo y en ciertos períodos del proceso evolutivo, las especies del género *Trypanosoma* suelen modificarse tomando formas diversas; el blefaroplasto o

(1) Mezcla acuosa de dos disoluciones de *azul de metileno* y *eosina*.

punto de partida del flagelo puede cambiar de posición poniéndose por detrás del trofonúcleo, y entonces, naturalmente, la membrana ondulante se acorta; esta forma, descrita por Léger, se denomina *crithidia;* cuando el blefaroplasto se corre más hacia atrás, colocándose en la parte posterior del cuerpo, la membrana ondulante es ya nula o rudimentaria y el flagelo sale al exterior; esta forma fué denominada por S. Kent con el nombre de *leptomonas.*

Los tripanosomas se reproducen por esquizogonia o división sencilla longitudinal, a veces múltiple, formándose rosetas (*Trypnosoma Lewisi* Kent). Hay quien supone, no carente de fundamento, que en el cuerpo de los invertebrados los tripanosomas sufren la reproducción sexual con subsiguiente proceso esporogónico; pero al fin, esto es una opinión aventurada, ya que no hay prueba positiva que lo confirme.

E. Brumpt ha estudiado experimentalmente la evolución del *Trypanosoma granulosum* Laveran, de la anguila, y que evoluciona entre ésta y cierta sanguijuela de los rincobdélidos, la *Hemiclesis marginata.* La sanguijuela se fija sobre la anguila, y al chupar la sangre del pez, ingiere el tripanosoma, el cual, en el estómago del anélido, comienza por acortarse y redondearse convirtiéndose en *crithidia;* ésta se reproduce por división sencilla longitudinal, y los nuevos individuos pasan al tramo posterior del intestino de la sanguijuela, y allí toman el aspecto de *leptomonas,* alargándose el cuerpo, desapareciendo totalmente la membrana ondulante y quedando el flagelo formando una cola. A los dos o tres días, el blefaroplasto emigra por delante del trofonúcleo y el flagelo va diferenciándose hacia el borde de una membrana citoplasmática; estos gérmenes marchan hacia la boca de la sanguijuela y allí quedan en la vaina de la trompa. Pica la sanguijuela a la anguila y la inocula los gérmenes; los gérmenes larvarios, a los cuatro o cinco días, infestan la sangre de la anguila y la membrana se hace ondulante y el flagelo largo y flexible. Según Brumpt, al inocular la sanguijuela los gérmenes, éstos, antes de repartirse por el torrente circulatorio del pez, viven y pululan algún tiempo alrededor del punto de inoculación.

Los tripanosomas del hombre y otros mamíferos son transmitidos por el *tse-tsé* (*Glossina palpalis*, *G. morsitans*, *G. fusca*, etc.), mosquitos, chinches, etc., y cuyo proceso evolutivo sigue siendo un misterio. Según Roubaud, los tripanosomas ingeridos en estos insectos por picadura en el mamífero infestado se reproducen rápidamente por división, quedando los individuos en las glándulas salivares y en la

trompa y aptos para ser inoculados. Según Mayer y Keysselitz, el *tsé-tsé* no puede parasitarse más que una vez, pues luego se hacen estériles para albergar el parásito.

Del género *Trypanosoma* se conocen muchas especies: sólo estudiaremos la del hombre e indicaremos las más típicas e importantes parásitas de los animales domésticos.

El *Trypanosoma Lewisi* Kent, tipo morfológico muy estudiado, es abundante en las ratas, se reproduce por esquizogonia binaria múltiple, formando roseta, y es transmitido por las pulgas y piojos. El *Trypanosoma cuniculi* Blanch, del conejo (*Lepus cuniculus*), es muy frecuente en España.

Muy interesante es el *Trypanosoma Evansi* Steel, que vive en la sangre del caballo, asno, mulo y camello, y produce la enfermedad denominada *surra*, estudiada por el veterinario inglés Evans, en los caballos del ejército de la India, y más tarde por Steel en Birmania; la extremidad anterior del parásito es redondeada y carece de *cromidioplastos*. La *surra* es una enfermedad grave del ganado caballar y probablemente es transmitida por los tábanos.

El *Trypanosoma Brucei* Plimm. et Bradf. produce en los caballos y mulos la *nagana* y es inoculada por la mosca *Glossina morsitans*, llamada por los indígenas del centro de Africa *tsé-tsé*, díptero que ataca con valor e ímpetu a los rumiantes y solípedos. La *nagana* es terrible enfermedad, una de las epizootias más graves del ganado caballar. El parásito se diferencia por ser poco manifiesta la membrana ondulante, el flagelo corto y presentar en el espesor de la materia protoplasmática corpúsculos cromáticos obscuros y patentes. Esta especie fué descubierta por Bruce en 1885.

El *Trypanosoma equiperdum* Doflein, produce en el ganado caballar la enfermedad denominada *durina*; esta epizootia se conoce también en España, y aquí se la denomina *enfermedad del coito*. El parásito se parece mucho a la especie anterior, y de ella se distingue por la carencia de corpúsculos cromáticos. La *durina* es grave; la infección es genital con lesiones y evolución muy parecidas a la sífilis del hombre. Los caballos enfermos de *durina* suelen morir luego de un período de parálisis y anemia fuerte. En las placas del balano y, en general, en las especies de chancros tripanosómicos se descubre fácilmente el parásito.

Parásito, también, en la sangre de los caballos existe el *Trypanosoma equinum* Vog, productor del llamado en América *mal de caderas;* especie muy parecida al *T. Evansi*, pero que se diferencia por no tener diferenciado claramente el blefaroplasto. El *Trypanosoma Theileri* Laveran, del Trans-

vaal, produce en los rumiantes bóvidos la epizootia conocida allí con el nombre de *galziekte*, la cual debe ser muy general en todas partes.

Trypanosoma gambiense Dutt.

Trypanosoma ugandense Castellani; *T. Castellani* Krus.

Descubierta por Dutton y Fordes en el año 1902, en Gambia, y estudiada al año siguiente por Castellani, es la especie productora de la *enfermedad del sueño* o *tripanosomiasis africana*.

Vista en la sangre periférica de un enfermo, aparece (figura 11) de 15 a 30 micras de larga, por dos de ancha, pudien-

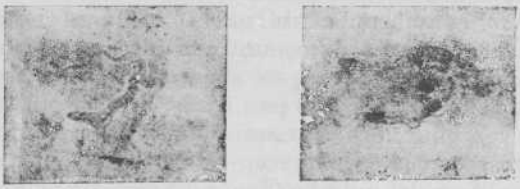


Fig. 11

do ser mayor en otros animales inoculados (monos, perros, conejillo de Indias, etc.), observándose claramente la disposición que revela la figura 11. El extremo anterior es redondeado; junto a él está el *blefaroplasto*, de donde parte el flagelo que, bordeando la expansión protoplasmática, forma una patente membrana ondulante; el flagelo libre o periplasto es próximamente la mitad de longitud del resto del cuerpo. Núcleo central bien desarrollado, kinetonúcleo ovoideo. Algunas formas jóvenes son cortas y carecen de periplasto; de todos modos, en los ejemplares inoculados se ven dos formas bien distintas: unas delgadas y largas (A) y otras más gruesas y cortas (B); las primeras muy ágiles y vivas, sobre todo al principio de la observación, y las segundas de movimientos más lentos.

La reproducción es por esquizogonia sencilla longitudinal, a veces múltiple (quíntuple). La transmisión del parásito la verifica la *Glossinia palpalis*, mosca *tse-tse* del Congo y otras zonas africanas. El hecho que la mosca indicada no sea infecciosa hasta los diez y ocho días aproximadamente de haber ingerido el parásito, hace suponer muy fundadamente que en

su interior se verifican procesos evolutivos interesantes hasta hoy desconocidos.

La *enfermedad del sueño* o *tripanosomiasis africana* es de mucha gravedad; los pamúes de la Guinea española la llaman *uyó*. La enfermedad es de proceso lento y produce inflamación del sistema linfático, y finalmente meningitis o mielitis. Con cierto éxito se usa para combatirla los compuestos orgánicos arsenicales, el *salvarsán* (dioxi-diamino arsenobenzol) y el *atoxil* (para-amino fenil-arsénico), en inyecciones intramusculares; pero de todos modos la curación se consigue, si es que se alcanza, cuando la enfermedad se combate en sus comienzos; en pleno desarrollo no hay manera de atajarla con éxito.

Trypanosoma Cruzi. Chagas. Especie descubierta por C. Chagas en 1907 en el Estado de Minas, en el Brasil, y produce en los niños la enfermedad conocida allí con el nombre de *opilasao;* es transmitido el parásito al hombre por la *vinchuca* (*Conorhinus magistus*), un redúvido hemíptero, especie de chinche alada.

El parásito se distingue por tener el blefaroplasto terminal; su reproducción es esquizogónica, formándose ocho merozoitos, los cuales aparecen en las células del endotelio de los capilares del pulmón. Según Chagas, en el intestino de la *vinchuca* se verifica la reproducción sexuada con formación de *crithidias* que infestan al insecto. Esta afirmación racional está comprobada por Chagas muy recientemente. Enfermedad grave que produce anemia y acentuado infarto ganglionar.

Al orden *Cercomonádidos*, caracterizado por ser flagelados sencillos, sin membrana ondulante y con uno o dos flagelos, corresponde el *Cercomonas crassicauda* Duj., frecuente en las aguas encharcadas y en las infusiones.

El *Cercomonas hominis* Darai, ovoideo, de 10 a 12 micres de largo y monoflagelado, vive en el intestino delgado del hombre, pero sin acción patológica conocida; el *Cercomonas vaginalis* Castellani, en la vagina de la mujer, en Ceylán; el *Monas lens* Dujar, *M. pyophila* Blanch y otras son especies críticas muy dudosas.

El género *Budo*, biflagelado, hoy separado en varios géneros, no tiene interés higiénico; el *Budo urinarius* Hass. (*Plagiomonas irregularis* Salisb.) accidentalmente ha sido hallado en la vejiga de la orina; la *Prowarekia* (Budo) *Cruzi* Hart. y *P. Weimbergi* Math., en los excrementos humanos, pero sin acción patológica; la *Prowazekia* (Budo) *asiática* Castellani et Chalmers, de las heces fecales humanas, y como las anteriores inotensivas, es muy interesante desde el punto

de vista científico por el proceso mitósico bien definido de la reproducción esquizogónica (Castellani).

Castellani, Chalmers, Carlos Chagas, Harmann, Davaine y otros parasitólogos han descrito otras especies de Cercomonádidos parásitas en otros animales, aun cuando la mayoría de las especies son críticas; *Cercomonas parva, Cercomonis gallinarum, C. perryi, C. canis, C. anatis*, etc., etc.

TRICOMONADIDOS

Llamados también *Tetramítidos*, fáciles de diferenciar por tener el cuerpo piriforme, con tres o cuatro flagelos y membrana ondulante manifiesta, sobre todo en las especies típicas.

El *Tetramitus mesnili* Wenyon, hallado por su autor en las heces fecales humanas en Crimea, es notable por presentar *citostoma* u orificio oral en el arranque de los periplastos, protegido por una membranilla o *peristoma*, como en los infusorios.

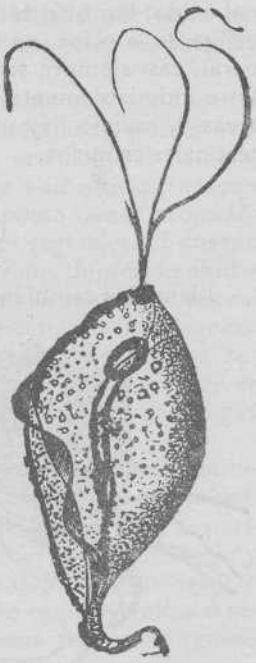


Fig. 12

TRICHOMONAS VAGINALIS Donné, *Cercomonas hominis* Dar., *Trichomonas intestinalis* Leuck., *Monocercomonas hominis* Grass. (fig. 12).

Piriforme, de 14 a 15 micras de largo por 6 a 7 de ancho; del blefaroplasto arrancan cuatro flagelos, tres libres, patentes, y el cuarto adosado a la expansión protoplasmática que forma la membrana ondulante, terminando en la parte opuesta o posterior en un corto periplasto. En el interior del flagelado se observa el blefaroplasto fuertemente cromático (*kinetonúcleo*) de donde parten los flagelos; núcleo grande, vesiculoso. Entre el núcleo (*trofonúcleo*) y la parte posterior o angosta aparece como una franja o trazo grueso, llamado *axostilo*, formado por condensación protoplasmática. Hay varias vacuolas en el espesor del protoplasma, generalmente con restos de hematíes y bacterias.

La reproducción es por división sencilla longitudinal; según Schaudinn, luego de repetidas reproducciones esquizogónicas, cuando ya no tiene energía para nueva división, el animal adquiere fuerzas por un proceso de *isogamia* o quizá *autogamia*, el cual se verifica convirtiéndose dos individuos en cuerpos amiboides; los dos núcleos expulsan materia cromática en forma de corpúsculos polares y por fin se conjugan formando un *sincarion*, quedando el cuerpo total o fusionado protegido por una membrana quística. El núcleo resultante o *sincarion* se divide mitósicamente en dos, en cuatro, etc., hasta constituir 16 o 20 núcleos hijos, que rodeándose del correspondiente protoplasma, rompen la cubierta quística y constituyen nuevas individualidades que, completando su estructura, se hacen animales adultos. Prowazek supone muy racionalmente que no hay fusión de individuos (*isogamia*) y sí verdadera *autogamia*. El problema, sin embargo, no está resuelto.

Es frecuente en la vagina de la mejer, en el flujo vaginal ácido; también es frecuente en el intestino grueso, en la vejiga de la orina, en los esputos pulmonares, etc. Por lo general, casi siempre van acompañados de amébidos intestinales e indudablemente contribuyen con éstos a producir diarreas y, cuando hay ulceraciones, a sostener los catarros intestinales crónicos.

LAMBLIADIDOS

Llamados también *Polimastigina* por el mayor número de flagelos que presentan; y, en efecto, ostentan de 6 a 8 flagelos, dando al conjunto forma muy curiosa. Carecen de membrana ondulante.

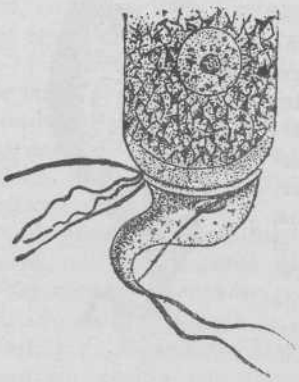


Fig. 13

Lamblia intestinalis Lambl. (Figura 13).—*Cercomonas intestinalis* Lambl., *Megastoma entericum* Grass., *M. intestinalis* Blanch.

Piriforme, con el extremo anterior grueso, el posterior muy adelgazado; ocho flagelos, de los cuales dos son posteriores y seis anteriores, pero dirigidos hacia atrás; en la parte ensanchada hay una fuerte depresión o concavidad con *citostoma;*

núcleo central y dos masas cromáticas laterales. Por esa parte cóncava se fija el parásito a las células epiteliales del intestino, según muestra la figura.

La reproducción es por división sencilla, formando quistes ovoideos; seguramente existe también reproducción sexual *autogámica* (Bensen). Es muy frecuente en el intestino delgado de las ratas y ratones; accidentalmente se encuentra también en el hombre, adquirido seguramente en la bebida usual, contaminada por los antes dichos roedores.

Según Brumpt, este parásito sólo se adapta a tubos digestivos humanos enfermos, no siendo fácil pueda ejercer acción alguna en hombres sanos, y cita el caso del personal del laboratorio de París que están en contacto con este parásito y no sufren infección alguna. Musgrave cita esta especie como muy frecuente en Filipinas en las personas que han padecido disentería amibiana. Noc la ha encontrado repetidas veces en Saigón.

Dinoflagelados. — Grupo crítico estudiado por unos naturalistas entre los vegetales (algas), y por otros en este lugar de los protozoos.

Llamados también *Feridineos*, se caracterizan por tener el cuerpo definido, con placas *celulósicas* esculpidas, poseen *cromatóforos* (carácter de algas) y con un orificio oval llamado *citostoma*, por donde penetra la materia alimenticia (carácter de especies zoológicas). Claro es que, como tienen cromatóforos, también pueden alimentarse como vegetales. El cuerpo está dividido en dos zonas separadas por una depresión anular interrumpida por otro surco longitudinal; en ese punto de cruce está el blefaroplasto de donde arrancan uno o dos flagelos.

Especies libres de aguas dulces o saladas. En las rías bajas de Galicia (Arosa, Marín y Vigo), durante el verano es abundantísima la *Gongaulax polyedra* Stein, que da al agua fosforescencia y un tinte rojizo.

Cistoflagelados. — Cuerpo redondo con un punto umbilical adonde se reconcentra el protoplasma; de ese punto parten ramificaciones protoplasmáticas que llegan hasta la periferia; también del punto umbilical parte un pequeño flagelo y el apéndice tentacular, habiendo una depresión o agujero bucal que es el *citostoma*. Reproducción esquizogámica o sexual isogámica con producción de esporas flageladas (*gametosporas*).

A este grupo corresponde la *Noctiluca miliaris* Sur. Ll., muy común en el Cantábrico y Atlántico y a la que se debe en gran parte la fosforescencia y color rojizo de las aguas de esos mares.

INFUSORIOS

Conocidos también con el nombre de *cilióforos*. Son los protozoos de mayor complicación, el máximum de diferenciación que puede adquirir una célula libre con el mayor grado de vitalidad.

Se caracterizan por tener el cuerpo definido, adornado de cirros o pestañas vibrátiles dotadas de activísimo y rápido movimiento; a veces en vez de pestañas vibrátiles ostentan apéndices tentaculiformes *(Acinétidos)*. Reproducción asexual por división (esquizogonia) o sexual por conjugación isogámica o heterogámica.

Como el cuerpo es definido y está protegido por la membrana o cutícula, no es posible la emisión de pseudópodos; pero, sin embargo, el cuerpo puede deformarse, alargarse o estrecharse, pudiendo, por esta causa, pasar por orificios o capilares más angostos que el cuerpo del animal. Las pestañas o *cirros vibrátiles*, características de los infusorios, se disponen sobre el cuerpo de manera muy diversa, siendo éste un buen carácter para la división en órdenes.

Hoy dos orificios, uno para entrada de las materias alimenticias *(citostoma)* y otro para la expulsión de los materiales desasimilados *(citoprocto)*, pero cuyos dos orificios no comunican entre sí por ningún órgano o tubo gástrico. Protegiendo al *citostoma* hay, por lo general, un reborde o membrana denominado *peristoma*, sobre el cual se implantan gran número de cirros vibrátiles, largos y activísimos; el conjunto se denomina *aparato peristomático*, el cual, imprimiendo un movimiento de torbellino en el líquido donde viven, hace que penetren por el *citostoma* las partículas alimenticias.

La figura 14, esquema del *Paramaecium aurelia* Müll., según Fabre-Domergue, nos auxiliará en el estudio general de los cilióforos. Los dos orificios—12 y 15—son, respectivamente, el *citostoma* y el *citoprocto*, este último sólo visible en el acto de expulsión de las materias fecales. La cutícula está protegida por los cirros vibrátiles, que en el caso presente son uniformes; en la figura se distingue patentemente la *citofaringe* (13), o sea la cavidad alargada del citostoma; también se revela el *peristoma* (11) o membrana vibrátil.

Las partículas alimenticias penetran por el *citostoma*, siguen por la *citofaringe*, y allí esas partículas, envueltas en una gota de agua, forman la *vacuola alimenticia* (14), la cual recorre el cuerpo, y una vez asimilada la parte soluble, sale

al exterior por el *citoprocto* (15); es decir, que la vacuola alimenticia acaba siendo vacuola fecal. Como motores de este movimiento, de esta *ciclosis* o corrientes internas, están las *vacuolas pulsátiles* (6 y 7) con sus poros o aberturas al exterior; estas vacuolas pulsátiles, encogiéndose y dilatándose por expulsión o absorción de líquido del exterior, produce la *ciclosis* y ésta el movimiento de la vacuola o vacuolas alimenticias y fecales.

El protoplasma está diferenciado en dos zonas, una interna granulosa, homogénea (2), que es el *endoplasma*, y otra externa, periférica, contráctil (1) o *ectoplasma* en contacto con los *canalículos contráctiles* (9); hay, además, unos órganos o finas agujas (10) llamados *tricocistos* que actúan como órganos de ataque, ya que son propulsados fuera y les sirven de defensa al infusorio.

Son patentes el núcleo *(trofonúcleo)* (4), y el micronúcleo (5), llamado kinetonúcleo o *paranúcleo*, que juega papel principal en las funciones de reproducción.

La reproducción es asexual por división *(esquizogonia)* y sexual, *isogámica* o *heterogámica*. Normalmente es una esquizomia sencilla; el *trofonúcleo* se disuelve en el protoplasma; el *kinetonúcleo* mitósicamente se divide en dos, y cada corpúsculo cromático arrastra un trozo protoplasmático, que al separarse forman dos individualidades independientes; la masa cromática se divide en dos, una grande *(trofonúcleo)* y otra pequeña, nucleolo, kinetonúcleo o *paranúcleo*. Estas divisiones se verifican rápidamente (diez o quince minutos) y ocho o diez veces en veinticuatro horas. Es lógico que tan repetidas divisiones agoten al animal; llegan momentos en que los

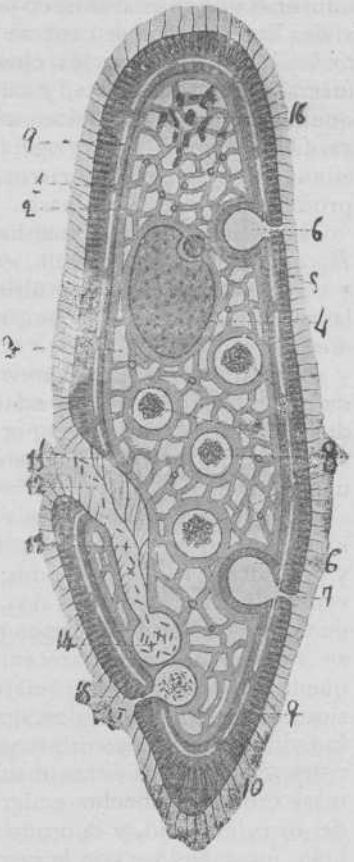


Fig. 14

infusorios aparecen degenerados, escasos de vida, con pocos cirros vibrátiles y de pequeña magnitud; en este caso se hace precisa la conjugación.

Hay casos, frecuentísimos, en que la reproducción asexual se verifica como procedimiento de defensa luchando contra un medio que le es adverso para la vida; por ejemplo, el infusorio que queda en seco porque se evaporó el agua donde vivía. En este caso se contrae el protoplasma, se cierra el *citostoma*, desaparecen los cirros vibrátiles y la cutícula se refuerza a modo de quiste, y así esperan mucho tiempo, hasta que las condiciones vuelven a ser favorables para la vida activa. Otra vez en el agua *(reviviscencia de los infusorios)*, crece el animal, engendra los cirros, aparece el *citostoma* y se reproduce por división binaria.

La reproducción sexual ha sido muy bien estudiada en el *Paramaecium aurelia* Müll., en la *Verticella microstoma* Ehrb. y otras especies de este último género. En el *Paramaecium* la reproducción es *isogámica;* en la *Vorticella* es *heterogámica.*

Cuando el *Paramaecium aurelia* Müll., especie muy abundante en las aguas dulces estancadas, está agotado, se reúnen dos individuos pegándose por los respectivos *citostomas*, que al fin se borran, quedando en contacto los protoplasmas de uno y otro.

El núcleo se disuelve en el protoplasma; el paranúcleo o kinetonúcleo crece, desprende material cromático, se alarga, y por mitosis se divide en dos; las dos masas cromáticas vuelven a dividirse en otras dos, de manera que en cada individuo aparecen cuatro kinetonúcleos hijos; de los cuatro, tres se reabsorben, desaparecen; así es que en cada infusorio queda una sola masa cromática. Esta masa cromática mitósicamente se divide en dos, apareciendo, por lo tanto, en cada individuo dos masas kinetonucleares purificadas, rejuvenecidas. Dos se consideran machos, y los otros dos, hembras; la masa cromática macho emigra, fusionándose con la hembra del otro infusorio, y la cromática macho de éste emigra también, fusionándose con la hembra del otro. Verificada la conjugación, tal como hemos visto, los dos infusorios se separan, aparece el *citostoma* en cada uno de ellos, la masa cromática se divide en dos, una grande, *trofonúcleo*, y otra más pequeña, *kinetonúcleo*, y ya están vigorosos y en condiciones de reproducirse por *esquizogamia.*

La reproducción sexual *heterogámica* es fácil de observar en las especies del género *Vorticella (V. microstoma, V. nebulifera*, etc.), infusorios provistos de un pedúnculo de fija-

ción. Estas especies normalmente se reproducen por esquizogonia binaria longitudinal, quedando los individuos unidos formando colonias. Agotados por la división *longitudinal*, unos quedan fijos *(macrogametos)* y otros se dividen *transversalmente* con separación del pedúnculo; estos individuos resultantes de la división transversal quedan libres y son más pequeños *(microgametos)*. Los *microgametos* o individuos masculinos se unen con los *macrogametos* o hembras; en el punto de unión se reabsorbe la membrana; los núcleos desaparecen; los kinetonúcleos se dividen, como hemos visto en el *Paramaecium*, purificándose la cromatina, y así la masa kinetonuclear del microgameto se conjuga con la del macrogameto absorbiendo éste—el macrogameto—todo el protoplasma del macho, el cual desaparece.

Los casos de reproducción asexual por gemación estudiados en la *Vorticella* son seguramente sexuales heterogámicos. Se citan también casos de *autogamia* y conjugaciones isogámicas en ciertas condiciones en que por enquistamiento se reúnen bajo la misma cubierta dos individuos.

Son especies libres que viven en las aguas encharcadas y parásitos de animales, algunos en el hombre. Una *infusión* acuosa de materias vegetales, si se abandona unos días, se convierte en colonia de infusorios.

Los cilióforos o infusorios se dividen en dos subclases:

Ciliados. Cuerpo con cirros vibrátiles.

Acinétidos. Cuerpo con tentáculos.

CILIADOS

Son los verdaderos cilióforos con cirros vibrátiles patentes. El *peristoma* o membranela que protege al *citostoma* puede ser nula *(Aspirígeros)* o estar bien desarrollada *(Espirígeros)*.

Atendiendo a la presencia o ausencia del *peristoma* y a la colocación y desarrollo de los cirros vibrátiles pueden dividirse en los siguientes órdenes:

Sin peristoma; cuerpo revestido uniformemente de cirros vibrátiles *(Aspirígeros.)*		*Holotricos.*
Con peristoma *(Espirígeros)*	Cirros repartidos heterogéneamente; peristoma sinistroso	*Heterotricos.*
	Apenas pestañoso; peristoma sinistroso, parásitos	*Oligotricos.*

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

Con peristoma *(Espirígeros)*..	Cirros sedosos, finos, en la cara dorsal, recios en la ventral. Peristoma sinistroso.....	*Hipotricos.*
	Cirros sólo alrededor del cistosoma; peristoma dextroso; fijos, pedunculados.....	*Peritricos.*

Heterotricos.— El aparato peristomático está bien desarrollado; peristoma arrollado hacia la izquierda (sinistroso). Los cirros vibrátiles están heterogéneamente repartidos por el cuerpo, a veces uniformemente; los cirros del aparato peristomático son grandes, abundantes y penetran hasta la base de la excavación citostomática; estos cirros o pestañas pueden disponerse formando una espiral *(Spirostomum)* o formando una franja recta o algo curva *(Balantidium, Bursaria*, etc).

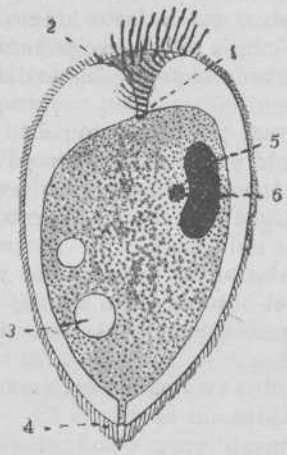


Fig. 15

Balantidium coli Malmstem. (*Holophrya coli* Lenck; *Paramaecium coli* Malmst.) Fig. 15. Descubierto por Malmsten en Suecia el año 1857.

De tamaño muy diverso, de 50 a 200 micras de largo por 30 a 60 de ancho; ovoideo o ligeramente piriforme, con la cutícula estriada en sentido longitudinal, en cuyas estrías se insertan las pestañas. El *citostoma* (1) está en el fondo de un peristoma infundibuliforme, que al exterior es una hendidura oblicua, en cuyo borde se implantan gran número de cirros vibrátiles bien desarrollados (2). El *citoprocto* 4 (ano) está en el polo más grueso del infusorio, el cual puede verse con los reactivos colorantes o en el momento en que son expulsados los materiales desasimilados.

En el espesor de la materia endoplasmática, muy bien diferenciada del ectoplasma en la figura esquemática, se observan dos vacuolas pulsátiles (3); el *trofonúcleo* (5) es grande, ovoideo o reniforme, y el *paranúcleo* (6) pequeño, esférico y muy próximo al trofonúcleo. En la masa protoplasmática es frecuente observar gránulos de almidón y residuos de hematíes.

La reproducción es por esquizogonia binaria *transversal;* el trofonúcleo se disuelve y el *paranúcleo* se divide en dos, llevándose cada masa cromática su porción de protoplasma.

Sexualmente lo hacen por conjugación *total:* disuelto el trofonúcleo y agrandado el paranúcleo se reúnen dos individuos cuyas cutículas se reabsorben en el punto de contacto o desaparecen por frotamiento, quedando los dos protoplasmas unidos. Los dos individuos se rodean de una cutícula común, y así, fusionándose las dos masas cromáticas, queda convertido *en un solo* individuo, que rompiendo el quiste queda en libertad y luego se multiplica por esquizogonia. Sin embargo de lo indicado, la evolución del individuo resultante de la conjugación total es muy discutible y aun no se ha determinado con precisión.

Cuando el animal se halla en un medio impropio para la existencia, bien porque cambió de lugar o porque las condiciones químicas se modificaron, el infusorio se enquista, se redondea y pierde los cirros vibrátiles; de esta manera pueden vivir mucho tiempo y así es como llegan al hombre y como pueden alcanzar el intestino grueso. El infusorio en plena actividad no podría pasar por el estómago, pues los jugos gástricos lo destruirían.

El *Balantidium coli* Malmst. vive en el intestino grueso del hombre, cerdo y otros animales; en el hombre produce la *disentería balantidiana* de carácter grave (Brumpt.). El parásito es muy común en el cerdo, y de éste, por el agua, se infecta el hombre. Las irrigaciones de timol dan buen resultado.

Parásitos del hombre se citan también el *Balantidium minutum* Schaudinn y el *Balantidium giganteum* Krause; el primero característico por ser pequeño (25 micras), con un peristoma grande y trofonúcleo globoso; el segundo es grande (300 a 400 micras) y sin estriaciones cuticulares.

El *Nyctotherus paba* Schaudinn, fácil de diferenciar por tener en el *citoprocto* (ano) una prolongación interna tubular y el peristoma muy arqueado, ha sido citado por Schaudinn en las heces fecales de un hombre atacado de disentería. El *N. africanus* Castell ha sido también citado por Castellani en Colombo en un enfermo atacado de tripanosomiasis africana.

Los MESOZOOS, representados por la *Salinella salve* Frz., de la Argentina, no tienen otra importancia que la científica.

BIBLIOTECA
DEL
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

METAZOOS

Son los animales superiores, con tejidos diferenciados que proceden de tres hojas blastodérmicas, o por excepción de dos. A esta primordial categoría de la clasificación zoológica corresponde la inmensa mayoría de animales conocidos.

Se dividen en ocho tipos, cuyos caracteres iremos estudiando oportunamente.

TIPO ESPONGIARIOS

Insimétricos o con simetría radiada, desprovistos de tentáculos y nematocistos, y provistos de series de tubos y cavidades por donde circula el agua. Hojas blastodérmicas invertidas. Animales marinos, rara vez de aguas dulces.

Hasta mediados del siglo pasado no llegó a conocerse la verdadera organización de estos seres, creyéndolos en general más sencillos de lo que en realidad son; los trabajos de Leuckart, Dujardin, Schmidt y otros hábiles naturalistas dieron, por sus descubrimientos, el puesto que a los espongiarios corresponde en la clasificación zoológica. Algunos autores reúnen los Espongiarios con los Pólipos, constituyendo un tipo que denominan *Celenterados;* los espongiarios y pólipos muestran algunas relaciones; pero son de tal índole e importancia las diferencias que los separan, que hoy casi todos los zoólogos modernos están conformes en constituir con ellos dos tipos distintos.

E. Perrier los reúne, y con los equinodermos constituye el tipo de estructura que él llama *Fitozoarios*, con los que forma tres secciones: *Espongiarios*, *Pólipos* y *Equinodermos*.

La forma de las esponjas es muy diversa y poco constante; el cuerpo es, por lo general, esponjoso, rara vez macizo, informe o definido. La consistencia es también muy variable, dependiendo de la naturaleza y desarrollo que adquiera el ar-

mazón; hay espongiarios blandos, mucilaginosos y de aspecto parecido al plasmodio de ciertos hongos mixomicetos (*Hexacerácidos*), en otros la consistencia es córnea (*Monocerácidos*), o dura y pétrea (*Tetractinélidos*).

Estudiando la organización veremos que ya existen tejidos diferenciados; la capa exterior está formada por células con frecuencia empalizadas y con núcleo bien manifiesto; estas células presentan una membrana definida en la cara externa, mientras que por la parte interior, o sea por los puntos de contacto con el tejido mesodérmico, aparecen desnudas; la epidermis es de origen *endodérmico*. Inmediatamente debajo de la epidermis existen unas células amiboides de naturaleza conjuntiva, que forman un tejido laxo, y es el *mesodermo;* en la capa mesodérmica, de aspecto gelatinoso, suele descubrirse los órganos reproductores representados por células redondeadas y alargadas (*óvulos* y *espermatozoides*), indicio del sistema nervioso ganglionar y elementos musculares, aunque éstos alcanzan escasa diferenciación (*células multipolares* y *fibras*). Recubriendo las cavidades internas de los espongiarios aparece un epitelio muy característico; el epitelio es pestañoso y está formado por células cónicas o fusiformes, que tienen en el extremo libre un reborde membranoso o collarete, de cuyo fondo parte un flagelo; las células flageladas, constitutivas del epitelio, reciben el nombre de *coanocitos;* creyóse hasta hace pocos años que el epitelio representaba la endodermis; pero Delage y Maas han demostrado que la gástrula de los espongiarios sufre una invaginación anormal; por lo tanto, las hojas blastodérmicas aparecen invertidas, inversión que hace que el epitelio no sea de origen endodérmico, sino *ectodérmico*.

Está atravesado el cuerpo por canalículos que desembocan al exterior por unos agujeros capilares que reciben el nombre de *poros inhalantes;* estos canales o tubos van a parar en la parte interna a unas cavidades que se denominan *cámaras atriales*, consideradas por algunos naturalistas como cavidades digestivas que, a su vez, comunican con el exterior por un agujero de mayor tamaño que los anteriores, llamado *ósculo*. En los espongiarios de mayor complicación existen, a más de las cavidades, canales y orificios indicados, unas cámaras secundarias llamadas *divertículos atriales* que comunican con la *cámara atrial*, bien directamente o por intermedio de unos canalículos denominados *exhalantes;* el orificio de comunicación es el *apropilo*, pudiéndose observar en estos canales exhalantes otros agujeritos de donde arrancan los canales inhalantes llamados *prosopilos*. Todas estas cavidades y cana-

les están revestidos interiormente por el epitelio pestañoso de origen ectodérmico.

Rara vez carecen de formaciones esqueléticas *(Exacerácidos)*, sino que es general existan, pudiendo ser silíceas *(Exactinélidos, Tetractinélidos,* etc.), calcáreas *(Homocélidos, Heterocélidos)*, o de fibras de espongina *(Monocerácidos)*. El esqueleto es de origen mesodérmico, formándose las espículas en unas células llamadas *escleroblastos;* las espículas son de dos categorías: unas grandes, que forman el armazón o trama que contiene y da resistencia al cuerpo del animal y son las llamadas *megascleras*, y otras más pequeñas mantenidas en el parénquima mesodérmico y reciben el nombre de *microscleras*. La forma de las espículas es muy diversa y a ellas se atiende para la diferenciación de los grupos.

Las materias alimenticias penetran por los poros inhalantes, reuniéndose las partes no asimiladas en la cámara atrial, siendo luego expulsadas por el ósculo.

Los espongiarios se reproducen asexual y sexualmente; la primera tiene por objeto el aumento individual de la colonia y se verifica por gemación o formación de yemas, que pueden ser internas o externas. La reproducción sexual se verifica para constituir nuevas colonias; intervienen los órganos masculinos (espermatozoides) y femeninos (óvulos), que se desarrollan, como ya hemos dicho, en la capa o parénquima mesodérmico, a expensas de las células informes amiboideas; óvulos y zoospermos se hallan en el mismo individuo (seres *hermafroditas)*. Fusionado el zoospermo con el óvulo se verifican los fenómenos mitósicos consabidos y dan lugar a la formación de la *mórula*, y ésta, a su vez, a una blástula pestañosa denominada *anfiblástula*, que sale por el ósculo al exterior y nada con sus cirros hasta transformarse en *gástrula;* en uno de los polos se verifica la invaginación, que, como dijimos, es anormal, y por el polo opuesto, o sea donde está el blastóporo *(poroblasto)*, se fija, quedando inmóvil; la depresión de la gástrula representa el ósculo; esta larva es distinta, según las especies: la del *Sycon raphanus* se diferencia en dos mitades: una inferior, constituída por células gruesas y apretadas, y otra superior, formada por células pequeñas flageladas; las larvas flageladas pierden luego los apéndices, diferenciándose en seguida la mesodermis, formaciones esqueléticas, etc., hasta hacerse animal adulto. Este individuo por reproducción asexual engendra otros; es decir, ósculos, cámaras atriales, etc., que quedan unidos formando colonias. En las colonias los individuos se hacen perceptibles al exte-

rior por el ósculo: tantos ósculos existen cuantos individuos forman la sociedad.

Los espongiarios viven en todos los mares; pocas especies en las aguas dulces.

Se dividen en dos clases:

Formaciones esqueléticas calcáreas	*Calcispongias.*
Formaciones esqueléticas silíceas o de fibras de espongina	*Silicoespongias.*

Silicoespongias.—Sin espículas calcáreas; formaciones esqueléticas constituídas por la sílice o por fibras de espongina. Los divertículos atriales están bien desenvueltos, pudiendo ser largos (*Exactinélidos*, *Exacerácidos*) o cortos y redondeados (*Tetractinélidos*, *Monactinélidos* y *Monocerácidos*). Las formaciones esqueléticas son distintas: en unos son silíceas, procediendo cada espícula de su célula respectiva (*Exactinélidos*, *Monactinélidos*), en otros son fibras de *espongina* o substancia córnea.

Monocerácidos.—No existen megascleras; cuando más, pequeñas espículas (*microscleras*).

Las formaciones esqueléticas están constituídas por la substancia córnea llamada *espongina;* la espongina se dispone en forma de largas fibras que, entrecruzándose las unas con las otras, constituyen una trama resistente y flexible.

La familia más notable del orden es la de los *Espongídeos:* se caracteriza por presentar las fibras de espongina formando una red apretada; divertículos atriales redondos o piriformes, tapizados por coanocitos. Según la forma y consistencia de las fibras se dividen en varias tribus; la más importante o *Esponginídeos* se distingue porque las fibras del armazón son lisas y forman una red densa.

Género Euspongia Bron.—Fibras duras flexibles, ramificadas, que se entrecruzan, constituyendo un tejido resistente y elástico. Las especies más notables son las dos siguientes:

Euspongia officinalis S.—Especie de regular talla, 20 a 25 cm.; forma esferoidal, color leonado o pardo, y áspera al tacto; es dioica, abundando más los individuos hembras que los machos; unos y otros carecen casi por completo de microscleras. Vive en los mares, principalmente en el Mediterráneo, de 10 a 400 m. de profundidad. *Esponja de Venecia.*

Euspongia usitatissima Lam.—De más pequeña talla que la especie anterior; infundibuliforme, alargada y, por lo mismo, con una gran depresión en el extremo ensanchado; color

leonado claro; suave al tacto. Vive en el Océano de América. *Esponja de Siria.*

Los armazones de las dos especies se conocen respectivamente con los nombres de esponjas común y fina, teniendo las dos bastantes usos domésticos. La esponja de Siria, cortada en tiras después de bien lavada, y apretada luego fuertemente con un bramante, es la *esponja preparada*, de mucho uso como dilatante de las heridas; también se emplea para aplicar tópicos en las heridas profundas.

TIPO POLIPOS

Metazoos radiados, rara vez insimétricos; mesodermis con poca diferenciación, a veces nula; un solo orificio gástrico y éste rodeado de tentáculos; ectodermis con células urticantes *(nematocistos)*.

El cuerpo de los pólipos es de forma variable; pero, no obstante, puede considerársele como un saco abierto por la parte superior, y alrededor de cuya abertura se implantan los tentáculos prensores. Son de consistencia blanda, pero con frecuencia engendran unos armazones córneos o más comúnmente calcáreos llamados *poliperos*, sobre los cuales se disponen los individuos constituyendo sociedades más o menos numerosas.

Siempre existe ectodermis y endodermis bien diferenciadas; la mesodermis, por lo general, queda reducida a una simple membranilla anhista llamada *mesoglea*, o está representada por un parénquima homogéneo de escasa diferenciación. En la capa ectodérmica de los pólipos existen las celulillas de contorno elíptico que contienen un líquido irritante, venenoso, y un estilete córneo invaginado y arrollado en espiral: estas células, que son muy características de los pólipos, reciben el nombre de *nematocistos;* son órganos ofensivos y defensivos, pues cuando se ven molestados o quieren cazar la presa, lanzan unos cuantos nematocistos, los cuales, desenvaginando el estilete quitinoso, lo clavan en el cuerpo de la víctima, inoculando el líquido corrosivo que contienen y que suele ser suficiente para matar los pequeños seres, o por lo menos paralizarlos; en el hombre produce una sensación parecida a la urticación.

La simetría es radiada; puede considerarse a los pólipos formados por la asociación alrededor de un eje de partes idénticas llamadas *hiaromeridios*, constituyendo un todo, *zoi-*

de, de organización superior, no ya sólo por la complicación del zoide, sino porque cada meridio o hidromeridio constitutivo puede desempeñar una función distinta.

La cavidad gástrica ofrece poca complicación; tiene una sola abertura de entrada y salida de las materias alimenticias y fecales, pudiendo estar este orificio mirando hacia arriba *(pólipos)* o para abajo *(medusas)*. Alrededor de la abertura se colocan los tentáculos, que, como ya dijimos, son prensores y pueden tener formas distintas, pero que generalmente son sencillos, digitiformes o alesnados, a veces lobados o ramificados *(frondes)*. El número de tentáculos, como su inserción, obedece a leyes fijas; pueden ser 6 o múltiplo de 6 *(Exactíneas)*, o 4 o múltiplo de 4, ordinariamente 8 *(Octactíneas)*. Respecto a la colocación, ya sabemos que se disponen en la periferia del *disco tentacular* y rodeando la boca, rara vez en el disco *(Cerianthus* Dell. Ch.). Por ejemplo, en una *exactínea* embrionaria aparecen 6 tuberculitos que, desarrollándose, forman los 6 tentáculos primarios; éstos dejan entre sí 6 espacios donde aparecen otros 6 tentáculos (segundo ciclo); en los 12 espacios que ahora hay se disponen 12 (tercer ciclo), etcétera, pudiendo representarse estos ciclos por la siguiente progresión: 6 : 6 : 12 : 24 : 24 : 48...

Como puede comprenderse, el número de apéndices puede ser muy elevado; tanto, que algunas especies *(Anemonia* Riss., etc.), cuando los presentan distendidos, dan al animal una forma parecida a la cabezuela de las compuestas o a ciertos anémones de jardín, a lo que alude la denominación de *anémones de mar*, que es como el vulgo conoce estos tan frecuentes pólipos.

La boca ordinariamente comunica con la cavidad gástrica por intermedio de un tubo esofágico que nunca llega a la base del cuerpo, sino que queda como suspendido en el interior de la cavidad *(Corales*, etc.), o no puede existir, comunicando directamente la boca con la cavidad gástrica *(Hidras)*, etc. La cavidad gástrica puede ser sencilla *(Hidras)* o presentar unos septos o tabiques convergentes al eje central que no llegan a reunirse *(Antozoos)*, o a veces con canales gastrovasculares *(Tenóforos*, *Acalefos*, etc.).

El sistema nervioso existe en estos animales: en las *Actinias* está representado por las células bipolares o tripolares colocadas debajo de la capa epitelial, y que uniéndose a las terminaciones de las células epiteliales y estiletes que emiten las células sensitivas, constituyen un todo complejo y apretado. En las *Medusas* el sistema nervioso alcanza mayor desarrollo; en su parte más esencial está formado por uno (Alca-

lefos) o dos (Hidroideos) cordones periféricos con abultamientos ganglionares que marchan alrededor del sombrerillo y al nivel de los *cuerpos marginales,* o sean unas prolongaciones o rudimentos tentaculares que mantienen a los órganos sensitivos.

En los pólipos superiores se inician los órganos sensoriales, que, como terminamos de decir, están situados en los cuerpos marginales; se distinguen *manchas pigmentarias, fosetas olfatorias* y *sacos de otolitos* que representan respectivamente los órganos de la *vista, olfato* y *oído.* El *tacto* está muy desarrollado y repartido por todo el cuerpo; pero donde reside preferentemente es en los tentáculos.

La reproducción puede ser asexual o sexual; la reproducción asexual suele ser por gemación, pudiendo ser también por escisión; comienza por aparecer en el cuerpo del pólipo una protuberancia que poco a poco va diferenciándose hasta llegar a parecerse a la madre; la cavidad digestiva de los dos individuos está en comunicación directa, dejando de relacionarse cuando el nuevo ser se separa haciéndose libre. No es esto lo frecuente; es general, cuando se verifica la reproducción asexual, que el nuevo individuo quede unido a la madre, y así sucesivamente se forma una *individualidad fisiológica, colonia* o *hidrozoide,* donde la división del trabajo está bastante acentuada; pues unos individuos están encargados de la reproducción *(gamomeridios);* otros, de la alimentación *(gastromeridios),* y otros son prensores *(dactilomeridios),* contribuyendo todos ellos al mantenimiento de la colonia o unidad fisiológica que hemos llamado *hidrozoide;* puede ocurrir que en los hidrozoides existan grupos de meridios *(hidrodema)* que constituyan un *zoide;* es decir, que pueden separarse juntos de la colonia general y proseguir la vida, constituyendo una pequeña colonia que vive y se reproduce de la misma manera que lo hacía la anterior, de la cual se separaron; en este concepto, la *medusa* no es más que un zoide aislado, en el que los *gastromeridios* están colocados en la parte inferior.

Los individuos quedan unidos por la cavidad gástrica y mediante la materia común llamada *cenenquima (cenosarco),* que suele endurecerse y formar un eje *(hidrocaule)* provisto casi siempre de capa cortical o estuche *(perisarco);* en el eje, ordinariamente ramificado, se colocan los meridios, quedando protegidos por unas dilataciones del perisarco *(hidrotecas* y *gonotecas).*

Ya hemos dicho que la reproducción sexual existe en los pólipos, y que en ella intervienen los espermatozoides y óvu-

los; en una actinia, por ejemplo, los órganos sexuales se desarrollan en la masa de los septos o repliegues mesentéricos, presentándose los ovarios o los testículos envueltos por la bifurcación de una lámina conectiva que forma una especie de cinta doblada sobre sí misma varias veces; la estructura de los ovarios es parecida a la de los testículos, solamente que los folículos sexuales masculinos encierran espermatozoides, y los femeninos, óvulos. El desarrollo embrionario es distinto, según los grupos; en la *Aurelia aurita* L. (Acalefo) se ha estudiado con detenimiento: después de formada la blástula, por invaginación constituye la gástrula, que se fija, después de haber nadado algún tiempo, por el polo opuesto a la boca; alrededor de ésta se producen unos tuberculitos, que van creciendo hasta constituir los tentáculos y forma la fase o larva polipoide llamada *scyphistoma;* en esta larva se verifican unas estrangulaciones, y queda dividida en segmentos lobulados superpuestos los unos a los otros, atrofiándose los tentáculos primitivos, y constituye la fase polipoide *estróbilo;* cada uno de los segmentos del estróbilo se separa, se hace independiente, y así como hasta ahora la boca miraba hacia arriba, da la vuelta el animal, haciéndose ínfera, formando la última fase larvaria, que es medusoide, llamada *ephyra* o *efírula;* la efírula origina luego la medusa sexuada. En los corales y tenóforos no existe fase medusoide.

Son los pólipos animales marinos, o rara vez de aguas dulces (algunas especies del género *Hydra* L.); unas veces pelágicos *(Sifonóforos, Acalefos)*; otras, fijos *(Actinias)* o reunidos en colonias dendriformes más o menos ramificadas *(Corales)*.

Se dividen en las siguientes clases:

Con fase medusoide; cavidad gástrica sencilla; sin esqueleto interno		*Hidrozoos.*
Sin fase medusoide; cavidad gástrica complicada	Cavidad gástrica con repliegues mesentéricos	*Antozoos.*
	Cavidad gástrica dividida por un estrechamiento o cinturón contráctil	*Tenóforos.*

ANTOZOOS

Cavidad gástrica con repliegues mesentéricos que dividen el interior en diversas cámaras comunicantes, pues nunca los septos o tabiques llegan a soldarse unos con los otros, o si lo hacen es con el esófago; los septos se continúan hacia

la parte superior, y uniéndose luego forman los tentáculos, que son huecos y a veces abiertos en la parte apical. La boca, único orificio gástrico, se continúa hacia la parte interna en un tubo esofágico que, como hemos dicho en otra ocasión, no llega a la base de la cavidad, sino que queda como flotando en ésta.

A èste grupo corresponden los corales negro, blanco y rojo.

Coral negro.—Los poliperos del *Anthipates dichotoma*, *Paranthipates larix* y *Anthipatella subpinnata*, constituyen el coral negro. Son del Mediterráneo; el polipero puede ser indiviso o ramificado, de color negro de ébano, brillante, duro, elástico, liso o con escasas estriaciones. Se usa en ornamentación y en la antigüedad gozó gran fama medicinal.

Coral blanco.—Es el polipero de la *Amphihelia oculata* L. del Mediterráneo. Es un polipero blanco, ramificado, que está constituído químicamente por carbonato cálcico y materia orgánica en pequeña cantidad. Se usó antiguamente; hoy sin importancia medicinal.

Coral rojo —El polipero del *Corallium rubrum* L. recibe el nombre de *coral rojo;* es un polipero ramificado, y, como hemos dicho, formado por la soldadura de infinidad de espículas calcáreas que todas ellas reconocen el mismo origen mesodérmico. La superficie es lisa o con ligeras estriaciones longitudinales, haciéndose más patentes en aquellos puntos a que correspondía la inserción de los zoides. El color es ordinariamente rojo intenso; pero a veces resulta rosáceo y hasta blanco; la materia colorante es orgánica y policroita, la misma que da color a las conchas, explicándose así por qué puede variar el colorido del coral y hasta por qué resulta blanco en no muy pocas ocasiones; brillo poco intenso, algo adamantino, que se acrecienta con el pulimento. Químicamente considerado es un carbonato cálcico con el 4 por 100 de compuesto férrico, magnésico y algo de sílice, fluor y materia orgánica. Antes gozó de gran fama en Medicina, y, por lo tanto, con él se hacían bastantes preparados farmacéuticos; secundado esto con la aplicación en la joyería, podremos darnos cuenta del activo comercio que se desarrolló en las costas de Sicilia, Baleares, Argel y otros puntos del litoral mediterráneo, con la extracción de este polipero del fondo del mar.

En la actualidad no tiene uso alguno en Farmacia ni Medicina, teniendo importancia en joyería, donde suele servir para la confección de collares y objetos de ornamentación. Hay que advertir, sin embargo, que en alguna región

de nuestra Península, aun se destina, con poca frecuencia, a la preparación de polvos dentífricos, que deben desecharse de la práctica, teniendo en cuenta que con el coral va algo de sílice que siempre raya al esmalte dentario.

TIPO EQUINODERMOS

Metazoos con simetría bilateral, aparentemente radiada; mesodermis endurecida por incrustaciones calcáreas; aparatos digestivo y ambulacral bien desarrollados.

La forma del cuerpo es aparentemente muy diversa; sin embargo, podremos sujetarla a un plan típico; consiste en un cuerpo redondeado con visible disposición radiada; este cuerpo puede ser deprimido y estrellado (*Asterias* L.), ligeramente esférico (*Echinus* Rond.) o cilindráceo (*Holothuria* L.), oscilando todas las demás formas, salvo raras excepciones, entre los tres tipos indicados.

Es casi general que el cuerpo del equinodermo esté protegido por formaciones esqueléticas de origen mesodérmico; éste ya dijimos estaba incrustado de carbonato cálcico. En los *erizos de mar* el armazón calcáreo está constituído por láminas yuxtapuestas o imbricadas, resistentes, sobre las cuales se implantan mediante tuberculitos, unos aguijones, espinas o pelos; en las *estrellas de mar*, el esqueleto es menos resistente, y lo forma una serie de placas articuladas que se mueven con independencia y protegen el cuerpo del animal; en las *holoturias* las espículas calcáreas quedan dispersas en la mesodermis, no constituyendo láminas protectoras, pero en cambio la envoltura muscular alcanza gran desarrollo y consistencia.

El aparato digestivo está bien desenvuelto; consiste en la boca, esófago, estómago, intestino y ano; naturalmente, las diversas regiones gástricas alcanzan mayor o menor diferenciación, pudiendo quedar reducidas a un tubo sencillo que enlaza la boca con el ano (ciertos *Holoturideos*). Algunas especies carecen de ano, siendo ciego el aparato digestivo (*Ophiura* Lam., *Astrophyton* Linck). La boca y el ano pueden abrirse en el mismo plano (*Crinoideos*), boca en la cara ventral y ano en la dorsal (*Echinus* Rond., etc.), o la boca en la parte anterior y el ano en la posterior (*Holothuria* L., etc.).

En los *erizos de mar* la boca está provista de un complicado aparato masticador, formado por numerosas piezas cal-

cáreas, movibles por la acción de músculos especiales y cuyo conjunto recibe el nombre de *linterna de Aristóteles*. Ya dijimos que el estómago podía ser poco manifiesto, pero en las *estrellas de mar* y especies próximas, alcanza mayor complicación, porque emite ramificaciones ciegas que penetran por los distintos radios.

El aparato ambulacral alcanza gran desarrollo, teniendo a la vez mucha importancia. En todas las especies existe; pero donde alcanza verdadera complicación es en las estrellas de mar, en cuyas especies se ha estudiado con gran detenimiento. Consiste en un tubo o *anillo ambulacral* que rodea al esófago; de este anillo parten los *tubos radiales* que penetran, cada uno, por los brazos de la estrella; éstos dan ramificaciones que se introducen en unos tubitos distensibles que están fuera del cuerpo de los radios y a modo de apéndices, y reciben el nombre de *pies ambulacrales;* terminan por ventosas o discos y hacen el oficio de patas, puesto que de ellos hace uso el animal para verificar la progresión. A cada lado de los tubos radiales existe un órgano, constituído por un haz de tubos glandulosos, que recibe el nombre de *cuerpos de Tiedemann*, aunque éstos deben referirse al sistema plastidógeno. En los espacios intrarradiales hay unas dilataciones denominadas *vesículas de Poli*, puestas en comunicación directa con el anillo ambulacral y por cuyas contracciones puede el agua circular por todo el sistema acuífero o ambulacral; del mismo anillo parte un tubo vesiculoso, incrustado generalmente en su pared interna por carbonato cálcico, que recibe el nombre de *canal hidróforo* (canal pétreo), que comunica con el exterior mediante una lámina llena de agujeros, que se denomina *placa madrepórica*. Con este sistema acuífero se relacionan ciertos órganos llamados *parambulacrales*, entre los que se destaca el *seno axial* (órgano sacciforme), que está colocado en el eje del cuerpo.

También existe en los equinodermos el sistema llamado *plastidógeno*, al cual se refieren los *cuerpos de Tiedemann*, indicados al tratar del sistema acuífero, y el *cuerpo plastidógeno*, que bastantes naturalistas tomaron como órgano pulsátil que denominaron corazón; este sistema, según investigaciones modernas, contribuye a la formación de nuevos elementos anatómicos. Relacionado con el plastidógeno se halla el *sistema absorbente*, y en conexión con el tubo gástrico, que forma cavidades quilíferas, y está formado esencialmente por repliegues de la membrana que tapiza la cavidad gástrica.

El sistema nervioso está constituído por un cordón que

rodea la boca *(anillo peribucal)*, de donde parten troncos nerviosos que se ramifican y llegan a veces hasta la capa epitelial; en algunos equinodermos pueden distinguirse dos anillos peribucales, de los cuales uno se coloca por debajo del ambulacral *(Crinoideos)*. Los órganos de los sentidos alcanzan, por lo general, poco desarrollo; consisten en corpúsculos olfativos, táctiles, otolitos y manchas oculares; los ojos, sin embargo, pueden ser complicados *(estrellas de mar)*.

Unisexuales, rara vez hermafroditas *(Amphiura* Forb., etcétera), diferenciándose poco los órganos masculinos de los femeninos. Metamorfosis muy complicadas; el blastoporo de la gástrula con frecuencia llega a ser ano; después de la gástrula siguen unas series de transformaciones tan distintas, según los grupos, que las larvas pueden muy bien servir para diferenciarlos; las principales larvas son el *pentacrinus* (Crinoideos), *bipinnaria* (Estrellas de mar), *pluteo* (Erizos de mar) y *auricularia* (Holoturias). Las larvas presentan simetría bilateral; pero ya hemos dicho que la fase adulta enmascara dicha simetría por la disposición radial de los órganos.

Especies libres marinas, rara vez fijas (algunos Crinoideos), o fijas en la primera edad y libres en la adulta (*Antedon* Frem.).

El grupo más importante, desde el punto de vista medicinal, es el de los Hoturidos, todos ellos comestibles.

Holotúridos.—Cuerpo cilindráceo, alargado y desprovisto de armazón calcáreo; tubo gástrico con dos aberturas opuestas; boca rodeada de una corona de tentáculos generalmente retráctiles; fase larvaria *auricularia*.

La forma y consistencia del tegumento externo son más quesuficientes para distinguir las holoturias de los demás equinodermos; y, en efecto, el cuerpo es alargado, cilindráceo y vermiforme; la piel es coriácea, pero no rígida, porque las formaciones esqueléticas quedan reducidas a corpúsculos o espículas de forma variable que no se sueldan para constituir placas protectoras, como en la mayoría de los equinodermos. Debajo de la cutícula y formando parte de la piel, se descubren los músculos bien desenvueltos que siguen dos direcciones, unos longitudinales y otros transversales, y a cuya disposición se deben las contracciones del cuerpo; los músculos longitudinales se insertan en un anillo calcáreo sólido, constituído por diez piezas que rodean al esófago; este anillo calcáreo es considerado por algunos naturalistas como el esqueleto interno, y es originado por la calcificación de la membrana perivisceral que limita el seno esofágico.

El aparato digestivo consiste en la boca rodeada de ten-

táculos, puestos en comunicación con el aparato acuífero; la boca se continúa con el esófago, que se estrecha en la parte posterior; el estómago es corto; el intestino se alarga mucho, arrollándose en espiral, y termina en el ano, que es opuesto a la boca. No existe placa madrepórica externa.

El sistema nervioso consiste en un collar peribucal de donde parten cinco troncos nerviosos.

Son en su mayoría animales hermafroditas que presentan un órgano generador productor de óvulos y zoospermos; en el desarrollo pasan por la fase larvaria *auricularia*. Es curiosa la facultad que tienen muchas holoturias de expulsar por el ano todo el aparato digestivo, que luego regeneran después de algún tiempo.

Holothuria L. Unisexuales; tentáculos escutiformes y en número de 20 o alrededor de este número; tubos ambulacrales dispuestos en hilera en la parte dorsal y esparcidos en la ventral. A este género corresponden la *H. nigra* Jäg., *H. edulis* Less. y otras frecuentes en los mares de China, donde son cogidas, y conservadas se hallan en el comercio con el nombre de *trepang*, bastante usadas como materias alimenticias en aquellos países asiáticos.—La *H. tubulosa* Gm. es del Mediterráneo.

TIPO GUSANOS

Metazoos con simetría bilateral; cuerpo segmentado o con tendencia a la segmentación y sin apéndices articulados; sistema nervioso ganglionar, ordinariamente prolongado en cadena infraintestinal.

Es, sin disputa alguna, el grupo de los gusanos, el tipo más heterogéneo de la clasificación zoológica; baste recordar que muchos de ellos llevan vida parasitaria, y, por lo mismo, sufren evolución regresiva. Teniendo esto presente, comprenderemos cuán diversa será la organización de estos seres, y, sobre todo, la gran diferencia que existirá entre los gusanos parásitos y los no parásitos.

La característica general es muy difícil, por no decir imposible; el cuerpo está formado por segmentos, colocados unos a continuación de los otros, o puede carecer de toda segmentación (muchos *Nematelmintos*, *Trematodes*, etc.). Los segmentos *metámeros* o *zoonites* casi siempre son iguales, de manera que no hay división en regiones *(homonomia)*, o pue-

den ser distintos *(heteronomia)*; sin embargo, la heteronomia —franca en los Artrópodos—, es rarísima en los gusanos.

El cuerpo puede ser cintiforme, deprimido *(Platelmintos)*, redondo *(Nematelmintos*, etc.), o convexo por la cara dorsal, y clasi plano por la ventral *(Hirudinidos)*. Muchos carecen de apéndices, teniendo en su lugar ventosas *(Trematodes, Sanguijuelas*, etc.); pero cuando existen apéndices no son nunca articulados *(Quetópodos*, etc.).

Debajo de la cutícula aparece una capa musculoso-cutánea de organización distinta, y a cuyos músculos se deben las contracciones del cuerpo.

Sufre grandes modificaciones el aparato digestivo; en algunos gusanos parásitos *(Cestodes)* no existe, verificándose la alimentación por absorción cutánea; en otros consiste en la boca y un intestino ciego bifurcado o sencillo *(Trematodes*, etcétera); el tubo digestivo puede ostentar dos orificios: boca y ano *(Anelidos, Rotíferos*, etc.), y por fin hay gusanos, como los *Górdidos*, que en la primera edad poseen tubo digestivo y carecen de él en la edad adulta.

El aparato circulatorio tiene poca representación en estos animales; por lo general no existe *(Nematelmintos*, casi todos los *Platelmintos, Briozoos)*; puede ser muy imperfecto *(Gefireos)*, consistir en un vaso dorsal y dos laterales, cuyas paredes son contráctiles *(Nemertinos)*, pudiendo el dorsal adquirir más diferenciación *(Anelidos)* o ser el sistema circulatorio bastante complicado y constituído por un corazón impar pulsátil, de donde arrancan troncos arteriales y venosos *(Braquiópodos)*, si bien estos animales son de incierta colocación y no parece sean verdaderos gusanos, aunque así lo aceptan los naturalistas modernos.

En muchos no existe aparato respiratorio *(Platelmintos, Nematelmintos, Discóforos*, etc.), pudiendo existir unos órganos branquiales por donde verifican la función respiratoria (casi todos los *Quetópodos*).

El aparato excretor es bastante constante, pero muy diverso; consiste ordinariamente en tubos apelotonados que se repiten por pares en todos o muchos de los segmentos constitutivos del cuerpo; estos tubos comunican con el interior por los *nefrostomas* o pabellones pestañosos y desembocan al exterior por multitud de orificios; como estos nefridios se disponen en los segmentos, suele denominárselos *órganos segmentarios*.

Muy diverso es también el sistema nervioso, no pudiendo, en algunos gusanos, asegurarse la representación de él; esto ocurre con muchos *Cestodes;* en los *Trematodes* está for-

mado por dos masas ganglionares unidas por una comisura transversa y dos cordones que de ellas arrancan y llegan a la parte posterior del cuerpo; en los *Nematelmintos* siempre existe, y lo forma generalmente un anillo periesofágico con cordones que se dirigen hacia la parte anterior y posterior; por fin, en los *Anélidos* adquiere gran desarrollo, y consiste principalmente en el collar esofágico y cadena infraintestinal. Los órganos sensoriales pueden alcanzar bastante diferenciación, ser muy sencillos o nulos.

La reproducción es sexual y a veces asexual por gemación y hasta por división; hay individuos hermafroditas (Tenias, etc., etc.), andróginos (Sanguijuelas, etc.), y unisexuales (*Nematodos*, etc.). Metamorfosis sencillas o complicadas.

La reproducción sexual, que es la ordinaria, produce en los gusanos propiamente dichos una fase larvaria libre, denominada *Trocosfera*, de aspecto piriforme o de peonza, con una faja transversal, ecuatorial, adornada de pestañas o cirros vibrátiles; esta larva se divide en dos regiones, separadas por un surco: la anterior, *cefálica;* la posterior, *pigidio*. Esta larva crece, se alarga y se metameriza, formándose los anillos entre la cabeza y pigidio. De ello resulta que en los gusanos adultos el primero y último anillo son los primitivos de la larva.

Es general que en cada anillo o metámero haya organización suficiente para la vida; por tal causa pueden muchos gusanos ser reproducidos artificialmente separando los anillos, y, fundándose en esto, no es aventurado suponer que los gusanos son colonias, en las que cada metámero representa a un individuo.

Unos gusanos son libres (Lombrices de tierra, etc., etc.), otros fijos (*Sérpula*, etc.); a veces constituyendo colonias (*Briozoos*) o parásitos (la mayoría de los *Platelmintos* y *Nematelmintos)*.

Ya por las breves generalidades que hemos dado se comprenderá lo que al principio decíamos, o sea que los gusanos constituyen el tipo más innatural y heterogéneo de la clasificación zoológica, pues aquí son incluídos, a más de los genuinos gusanos, todos aquellos otros animales que, como los Briozoos, Braquiópodos, etc., son de incierta colocación.

Un problema difícil, mejor dicho, imposible de resolver, es la clasificación natural de los gusanos. Es un tipo taxonómico que, como tal, tendrá que desaparecer. No hay más que analizar el árbol genealógico para comprender la innaturalidad del tipo; hay un grupo fundamental (*Rotíferos*) que, con sus formas *Pedalium*, y la más general *Trochosfera*, se unen de modo gradual a los Artrópodos y genuinos gusanos,

respectivamente. A los Rotíferos deben considerarse, por lo tanto, como los primitivos gusanos; verdaderos gusanos son los Platelmintos, Nematelmintos y Anélidos; pero los restantes grupos están unidos a aquéllos de manera muy artificiosa.

En vista de ello, consideramos la mejor clasificación, aun cuando de modo provisional, la siguiente:

	SERIES
Trocosferiformes	*Rotíferos.*
Vermiformes	*Vermidianos.*
Ni trocosferiformes ni vermiformes	*Anormales.*

Los vermidianos y anormales comprenden las siguientes clases:

		CLASES
Vermidianos.	Cintiformes o foliáceos; cuerpo aplastado	*Platelmintos.*
	Cuerpo cilíndrico; sin segmentación verdadera	*Nematelmintos.*
	Cuerpo cilíndrico o aplanado; segmentación manifiesta, sistema nervioso bien desarrollado	*Anélidos.*
Anormales...	Sin segmentación; holoturiformes	*Gefíreos.*
	Con segmentación (numerosos meridios que dan al conjunto la forma de hidrozoo); colonias ramificadas	*Briozoos.*
	Solitarios; caparazón bivalvo	*Braquiópodos.*

Un problema que con frecuencia han de resolver los farmacéuticos y médicos es la clasificación de los helmintos parásitos en el hombre, sin más dato que los huevos obtenidos de las heces fecales. Para ello es indispensable hacer uso del microscopio.

Huevos operculados.	El embrión es ciliado y carece de estiletes (excepción hecha del género Schistosomum)		*Trematodes.*
	El embrión es ciliado y prcsenta seis estiletes (1)		*Botriocefálidos.*
Huevos no operculados.	Huevos con una cubierta, sin estilete..	Sin embrión ciliado	*Nemátodos.*
		Con embrión ciliado	*Schistosomum.*
	Huevos con una, dos o tres cubiertas; embrión con seis estiletes		*Teniádidos.*
	Huevos con tres cubiertas; embrión con muchas espinas		*Acantocéfalos.*

(1) El embrión ciliado se produce después de algún tiempo de ser evacuado del cuerpo humano.

ROTIFEROS

Animales pequeños, trocosferiformes, microscópicos; provistos de un aparato rotador ciliado que se encuentra rodeando la boca; dimorfismo sexual muy marcado. Aparentemente se confunden con los infusorios.

Puede distinguirse en el cuerpo de los rotíferos dos regiones, una anterior y otra posterior; la porción anterior es la más desarrollada y contiene los órganos principales de la vida, y la posterior es estrechada a modo de cola, por donde se fijan a los objetos sumergidos.

Es muy general que el cuerpo esté protegido por una coraza quitinosa llamada *loriga*, con dos aberturas: una anterior, por donde aparece el disco pestañoso, y otra posterior, por el cual sale la cola o pie.

La cola es bifurcada, notándose en la convergencia de las dos ramas caudales una glándula que segrega un líquido viscoso que favorece la fijación del animal.

El cuerpo aparece segmentado; en la parte anterior del cuerpo y rodeando la boca se diferencian una o dos series de pestañas vibrátiles (*aparato rotador*), merced a cuyos movimientos rotatorios, las partículas orgánicas suspendidas en el agua penetran en la boca. En algunas especies el aparato rotador es rudimentario o nulo (*Balatro* Clap.), pero ya puede asegurarse que aquéllas sufrieron una evolución regresiva.

Consta el aparato digestivo de la boca que se abre en el extremo anterior del cuerpo, rodeada del aparato rotador ya descrito y frecuentemente provista de un par de tentáculos; sigue a la boca la molleja o faringe musculosa provista de dientes quitinosos que forman el aparato masticador más o menos complicado, llamado *mastax;* el estómago es grande, con células epiteliales ciliadas; el intestino termina en la cloaca, la cual está colocada en la base de la cola, en la región dorsal; rara vez el aparato digestivo es ciego (*Ascomorpha* Perty., *Asplanchna* Gross., etc.).

El aparato excretor lo forman dos nefridios tubulares sencillos, que de cuando en cuando se apelotonan y van por las regiones laterales del cuerpo; están provistos de pabellones infundibuliformes y de una vesícula contráctil con movimientos rítmicos; estos tubos arrancan de la parte anterior del cuerpo y van a reunirse y desembocar en la cloaca.

No existe aparato respiratorio ni circulatorio.

El sistema nervioso puede referirse a dos tipos; el más

general consiste en un ganglio cefálico de donde parten filetes nerviosos que inerva el aparato rotador; otras veces hay otro ganglio infraesofágico cuyas ramificaciones se extienden por el intestino. La forma del ganglio cefálico es muy variada: puede ser trilobo, triangular, reniforme, bilobado, etc. Como órganos de los sentidos aparecen manchas oculares y un tubo sensitivo dorsal aún no muy bien estudiado.

Animales unisexuales con dimorfismo muy marcado; se distinguen los machos de las hembras en que aquéllos son muy pequeños y carecen de tubo digestivo en el estado sexuado. Consiste el aparato reproductor masculino en un testículo y un pene muy desarrollado; el hembra lo forma el ovario bilobulado o sacciforme, y un oviducto que va a parar a la cloaca. Las hembras, mucho más desarrolladas que los machos, producen dos clases de huevos, unos de verano y otros de invierno; los primeros tienen la cáscara poco desenvuelta y se desarrollan por partenogénesis, produciendo machos; los segundos, los de invierno, tienen la cáscara resistente, caen al agua, a diferencia de los otros, que quedan fijos a la madre, y allí permanecen hasta la primavera, en cuya época se desarrollan, previa fecundación.

Viven en las aguas; conocido y casi vulgar es el hecho de que algunos rotíferos son reviviscentes; es decir, que después de haber permanecido secos durante mucho tiempo, si luego se los coloca en agua, vuelven a la vida.

La clase rotíferos comprende varios grupos, diferenciados principalmente por ser fijos o libres cuando adultos. Son especies notables la *Floscularia proboscidea* Ehrb., que vive encerrada en tubo gelatinoso y tiene el aparato rotador dividido en cinco lóbulos ciliados; la *Albertia vermiculus* Duj., sin aparato rotador o muy simplificado, y vive parásita en el tubo digestivo de las lombrices. Muy conocido es el *Rotifer vulgaris* Oken (*R. redivivus* Cuv.), que vive libre y se le ve arrastrarse sobre las plantas acuáticas; el pie puede recogerse sobre sí mismo ocultando unos artejos en los otros, y su aparato rotador lo constituyen dos ruedas de cirros; es una de las especies más conocidas y sobre la cual se han hecho importantes estudios. Interesantísimos son la *Trochosphaera equatorialis* Semp., descubierta por Sempes en Filipinas; el *Stephanoceros fimbriatus* Sol., parecido a un briozoo; el *Pedalium mirum* Hud., etc., etc.

CLASE PLATELMINTOS

Cuerpo plano y por lo regular cintiforme; sistema nervioso poco diferenciado y constituído ordinariamente por una masa cerebriforme persistente, de donde parten dos cordones nerviosos; aparato acuífero bien desarrollado; metamorfosis muy complicadas; cavidad general parenquimatosa.

Aparato digestivo nulo (*Cestodes*), ciego, faltando el ano (*Trematodes*, *Turbelarios*), o con boca y ano (*Nemertidos*). Sin aparato circulatorio (*Cestodes*, *Trematodes*, *Turbelarios*), o con aparato circulatorio sencillo (*Nemértidos*). Sin aparato respiratorio. Reproducción sexual, a veces asexual por gemación; frecuentemente hermafroditas. Parásitos o libres.

Se dividen en cuatro órdenes:

Sin aparato digestivo; extremidad anterior con órganos fijadores; animales anillados, parásitos.		*Cestodes.*
Con aparato digestivo..	Aparato digestivo bifurcado y sin ano; cuerpo elíptico y sin segmentación; parásitos.....	*Trematodes.*
	Aparato digestivo, casi siempre ciego, sin ano; cuerpo revestido de cirros vibrátiles; sin ventosas; no parásitos.....	*Turbelarios.*
	Aparato digestivo con boca y ano; aparato circulatorio diferenciado; cuerpo cilindráceo o poco deprimido.....	*Nemértidos.*

CESTODES

Cuerpo anillado y cintiforme, desprovistos de aparato digestivo y con órganos fijadores en la parte anterior; animales parásitos.

Pueden considerarse como animales reunidos en colonia cintiforme, en la que cada segmento (*metámero*, *proglotis* o *cucurbitino*) representa un individuo hermafrodita, capaz de vivir con independencia; y, en efecto, estudiando uno de estos anillos, veremos luego que en él existe aparato reproductor, masculino y femenino, cuyos conductos se reúnen en la parte externa formando el *seno genital*, aparato acuífero y hasta nervioso, si es que se admite el sistema nervioso en los cestodes. Separado un anillo y puesto en condiciones de vitalidad, éste prosigue la existencia, se reproduce y vuelve a formar una colonia de igual constitución que la anterior. La

reproducción es sexual y asexual por gemación; esta última tiene por objeto multiplicar el número de individuos (*metámeros*) constitutivos de la colonia. Metamorfosis muy complicadas.

Los Cestodes comprenden las siguientes familias:

Sin ventosas.	Sin segmentación interna.....		*Cestodarios.*
	Con segmentación manifiesta....		*Ligúlidos.*
Con ventosas	Ventosas en la terminación de cuatro trompas protráctiles...		*Tetrarrínquidos.*
	Ventosas sentadas sin trompa.....	Cuatro ventosas normales; senos genitales en la línea lateral.....	*Ténidos.*
		Dos ventosas alargadas; senos genitales en la línea central.....	*Botriocefálidos.*

De estas cinco familias sólo nos interesan las dos últimas. Los *Cestodarios* son parecidos a los trematodes; el *Caryophyllaeus mutabilis* Rud. vive parásito en los peces; la fase larvaria en la lombriz de tierra.

A la familia *Ligúlidos* corresponde la *Ligula simplicissima* Rud., que evoluciona entre los peces y las aves acuáticas. Por último, a los *Tetrarrínquidos*, muy característico por tener cuatro trompas en cuyas terminaciones aparecen las ventosas protegidas por ganchos quitinosos, corresponde el *Tetrarhynchus gigans* Bened., que evoluciona entre los peces de río y la nutria.

FAMILIA TÉNIDOS

Escólex con cuatro ventosas; senos genitales colocados en la línea lateral del cuerpo. Las especies de esta familia son las llamadas comúnmente *tenias* y *solitarias*, aunque tales nombres se aplican también a las especies de la familia siguiente o Botriocefálidos.

Los metámeros se colocan en serie longitudinal; por eso las tenias tienen el cuerpo alargado y parecido a una cinta. Excepción hecha del primer anillo, todos los restantes son iguales, y no se diferencian más que por la magnitud, pues los posteriores son los más grandes, y van siendo cada vez más pequeños a medida que se van aproximando al *escólex*,

llamado también cabeza. El *escólex* es el anillo anterior, el anillo extremo de la región delgada, y funciona como órgano de fijación; consiste en un segmento de forma variable, pero que ordinariamente es piriforme, y lleva en la parte anterior o *rostelo* unos apéndices quitinosos, ganchudos y movibles merced a músculos que los animan; estos ganchos se disponen formando coronas en número y forma distintos, según las especies. En el escólex, y por detrás de los apéndices quitinosos, existen cuatro ventosas bien diferenciadas, que se disponen a igual distancia, haciendo bastante simétrico al escólex; las ventosas son órganos de fijación, y de ellas parte un aparato representante del acuífero, tan frecuente en los gusanos.

Hemos dicho que, a partir del escólex, todos los restantes anillos son iguales, sin más diferencia que la magnitud; estudiando uno de ellos queda hecho el estudio de los demás. Está formado el anillo por un tejido de mallas bastante denso que protege los órganos del animal; en una de las líneas laterales del anillo se descubre un agujero, llamado *seno genital*, adonde abocan el canal deferente del órgano reproductor masculino y el oviducto del femenino; por lo general, en cada anillo no hay más que un seno genital; pero pueden existir dos opuestos. Considerando todos los anillos de la tenia, los senos genitales guardan disposiciones distintas: pueden estar colocados en una sola dirección, alternando con regularidad o repartidos con heterogeneidad.

Inmediatamente debajo de la dermis, sobre la que suelen depositarse corpúsculos calcáreos, aparecen las fibras musculares dispuestas en dos sentidos, unas longitudinales y otras transversales, y a cuyos movimientos se deben las contracciones de los anillos.

No existe aparato digestivo; como estos seres viven en el tubo digestivo de los vertebrados, están siempre rodeados de las materias alimenticias elaboradas y dispuestas para ser asimiladas, que ellos absorben por ósmosis a través de la piel.

El aparato acuífero hemos dicho anteriormente que toma origen en las ventosas; de cada ventosa parte un tubo, que en seguida se reúnen dos a dos, constituyendo dos conductos que marchan por las partes laterales de la colonia, llegando hasta el último anillo: estos dos tubos laterales comunican entre sí por medio de unos tubos transversos que marchan por entre la juntura de los anillos; al nivel del arranque de estos conductos secundarios, se disponen las válvulas que pueden cerrar y aislar el trozo del sistema acuífero correspondiente a cada segmento o metámero.

No todos los naturalistas admiten la presencia del sistema nervioso; esto demuestra la escasa diferenciación que tiene. Consiste en dos cordoncillos, sin ganglios, que, partiendo del *escólex*, se dirigen, cada uno por su lado, todo a lo largo de la tenia, siguiendo la dirección de los tubos acuíferos y un poco más hacia fuera que éstos. El resto del anillo está ocupado por el aparato reproductor.

El aparato reproductor adquiere gran desarrollo; para estudiarlo completo es preferible mirarlo en uno de los anillos medios de la tenia, pues los posteriores han perdido ya el aparato y están repletos de embriones; y en los anteriores, los próximos al escólex lo tendrían poco desenvuelto, o a lo más veríamos el aparato masculino, que es el que primero se diferencia y forma; si se quiere observar cómo va desarrollándose el aparato reproductor, no hay más que estudiar todos los anillos de la tenia, comenzando por los primeros. Cada anillo tiene un aparato reproductor masculino y otro femenino; consiste el masculino en una gran cantidad de testículos piriformes repartidos por toda la cavidad, pero con preferencia en la cara dorsal; las vesículas testiculares comunican entre sí por casi invisibles conductos, que son otros tantos canales deferentes, que desembocan en uno general, bien desenvuelto y sinuoso en la parte terminal; el canal deferente va a parar al seno genital. El aparato reproductor femenino es más complicado: consiste en una *glándula vitelina* alargada según la base del segmento, la *glándula coquiliaria* o productora de la cáscara del huevo, el *ovario* ramificado, el *útero* que llega hasta casi la cara superior del anillo, y, por último, el *receptáculo seminal* y *vagina*, que va a desembocar ordinariamente en el seno genital y al nivel del canal deferente.

Como hemos visto, cada anillo posee un aparato genital completo; pero estos anillos ¿son hermafroditas?; o, dicho de otra manera, los óvulos ¿son fecundados por los espermatozoides engendrados en el mismo metámero?; o, por el contrario, los anillos ¿son andróginos? Parece lógico suponer que, desembocando en el *seno genital* el canal deferente y la vagina, los metámeros fuesen hermafroditas y, por lo tanto, no necesitasen del concurso de otro anillo de la colonia. Momer supone, sin embargo, que los anillos son andróginos, pues ha observado con frecuencia la unión, por los senos genitales, de anillos de la misma colonia y hasta de tenias distintas, pero correspondientes a la misma especie. Aunque éste es un hecho comprobado, muchos naturalistas creen que el metámero puede fecundarse por sí mismo y por el concurso de otro,

verificándose en este último caso una fecundación recíproca, mostrándose unas veces como hermafrodita y otras como andrógino.

Fusionado el espermatozoide con el óvulo, se verifican los fenómenos mitósicos consabidos hasta formarse los embriones; los embriones pasan al útero, que se ramifica y distiende llegando a ocupar casi toda la cavidad del metámero; los demás órganos desaparecen por reabsorción, y solamente la vagina y el canal deferente se hacen perceptibles. Estos embriones, para seguir su desarrollo, tienen que emigrar, verificándose luego metamorfosis muy curiosas. Para darnos idea de tales evoluciones, las estudiaremos en dos especies; por ejemplo, en la *T. solium* y *T. echinococcus*.

Supongamos la *Tænia solium* en el intestino humano; allí se reproduce fecundándose los óvulos; éstos pasan al útero, que se distiende y ramifica cargándose de embriones; los embriones están protegidos por una cáscara resistente y lisa; los segmentos, ya maduros, se desprenden de la colonia, dejando dos grandes aberturas, una anterior y otra posterior, por donde salen fuera los huevos, mezclándose luego con los excrementos del hombre; juntamente salen al exterior excrementos y huevos de tenia, y supongamos que las heces fecales son comidas por el cerdo y con ellas vayan los embriones; una vez en el estómago del cerdo, los huevos pierden la cáscara por disolución en el jugo gástrico y dejan en libertad un embrión con seis dientecitos, llamado *embrión exacanto;* haciendo uso de los estiletes, atraviesan por entre las vellosidades del tubo digestivo y van a parar a la *vena porta*, que, con la sangre, los traslada a diferentes partes del cuerpo, sufriendo allí enquistamiento; ya enquistados, prosiguen su desarrollo evolutivo, que consiste en aumentar de volumen y estirarse longitudinalmente, formando varios segmentos, de los cuales el primero representa el *escólex* que se invagina en el último segmento, que es muy grande y recibe el nombre de *vesícula cística;* el embrión así transformado constituye la fase larvaria *cisticerco;* queda allí enquistado hasta que las condiciones le vue ven a ser favorables para proseguir el desarrollo evolutivo. Supongamos que la carne de cerdo es comida por el hombre en condiciones que el cisticerco no haya muerto – como, por ejemplo, embutidos, jamones crudos, etcétera, o la carne poco asada o frita, de modo que la temperatura no haya destruído el embrión—; pues bien: en tal caso, con la carne va el cisticerco y llega al estómago del hombre; desaparece el quiste, el cisticerco desenvagina el escólex y se agarra, con los ganchos que adornan el rostelo, al epitelio in-

testinal; las condiciones son excelentes para la vida, pues el gusano está rodeado de abundante materia alimenticia; la vesícula cística se reabsorbe y la larva forma por gemación gran número de metámeros hasta constituir la fase adulta o *tenia;* esta tenia vuelve a reproducirse y continúa de nuevo el ciclo que hemos estudiado. Como vemos, es necesario que el embrión sea comido por el cerdo y la carne de éste por el hombre y en condiciones que no se haya destruído el cisticerco; no extrañaremos, pues, que una tenia engendre miles y miles de embriones, pues de todos solamente alguno podrá llegar al completo desarrollo; la reproducción es la única defensa que la Naturaleza dió a estos seres. Desgraciadamente, la *T. solium* puede evolucionar sin salir del cuerpo humano; generalmente son expulsados los embriones con los excrementos; pero puede muy bien ocurrir que estos embriones y hasta anillos repletos de ellos sean llevados desde el intestino al estómago mediante varias causas, principalmente por una regurgitación, pues sabido es hay atacados de tenias que las expulsan por la boca; una vez los huevos en el estómago, pierden la cáscara, y el *embrión exacanto,* como en el caso descrito, atraviesa por una vellosidad, llega a la vena porta y al torrente general, yendo frecuentemente a parar al ojo o a la masa escefálica, donde se transforma en cisticerco; excusado es decir el grave trastorno que se produce en la economía humana con esta terrible invasión. A veces puede el hombre adquirir los huevos de la tenia sin haberla poseído en estado adulto; conocido es el empleo del agua de las letrinas para regar las huertas, pues resulta un abono excelente; en estas aguas es muy frecuente hallarlos; las aguas de riego pueden muy bien depositar los huevos entre las asperezas y sinuosidades de las escarolas, lechugas, etc.; como son muy pequeños, pueden permanecer en ellas aun después de lavadas cuidadosamente y ser ingeridos en el estómago juntamente con la ensalada cruda, tan frecuente y gustada por el hombre.

La evolución normal que acabamos de estudiar en la solitaria *T. solium* bien puede referirse también a la *T. mediocanellata,* calculando que el embrión carece de ganchos y que el cisticerco se desarrolla en la vaca en vez de hacerlo en el cerdo; en esta especie de rostelo inerme, la evolución es por lo general más rápida, ocasionando menos trastornos en el organismo humano.

Fijémonos ahora en la *Tœnia echinococcus*, especie que también se encuentra parásita en el hombre, produciendo a veces, como en Islandia, Argentina, Uruguay y Australia, terribles estragos. Lo normal es que las emigraciones de la te-

nia se verifiquen entre el carnero o buey y el perro, adquiriéndola el hombre de este último animal. Considerémosla en estado adulto y alojada en el tubo digestivo del perro; salen los huevos, que tienen una cáscara muy tenue, con los excrementos, y son depositados en la hierba; un carnero o un buey comen la hierba, y con ella los huevos de tenia pasan al tubo gástrico; pierden la cáscara, se introducen por entre una vellosidad y van a la vena porta, que los lleva al hígado, pulmón u otra víscera donde sufren metamorfosis muy curiosas y distintas a las estudiadas en la *Tænia solium*. El embrión se agranda notablemente y constituye una cavidad que crece más y más y recibe el nombre de *equinococo* o *hidátide*; el equinococo está formado por dos membranas, una exterior, cuticular, y otra interna (*membrana germinativa*), constituída por un tejido cuyas células están dotadas de gran proliferación; la *membrana germinativa* produce por gemación unas protuberancias dirigidas hacia dentro que van diferenciándose poco a poco y son otros tantos *escólex;* cada uno de estos escólex o *vesículas prolíferas* engendra una cavidad interna que termina por ser una *hidátide secundaria*, sin cutícula, pero con membrana germinativa que por gemación constituye en su interior gran cantidad de escólex o larvas de tenias; en resumen, que en cada equinococo o hidátide se forman muchos cientos de tenias, y todas procedentes de un embrión. Hay casos en que las vesículas se forman en el espesor de la cutícula o membrana elástica de la hidátide, y entonces las vesículas tienen, a más de la capa germinativa, como en el caso anterior, la capa cuticular o elástica; los escólex formados ahora rompen la capa elástica y caen en la cavidad del equinococo primario o hidátide madre, tomando aspecto distinto al del caso anterior.

Casos hay en los que el equinococo no prolifera, o, dicho de otro modo, es estéril y no forma los escólex, recibiendo entonces el nombre de *acefalocisto*. Como las hidátides son grandes, a veces del tamaño de una naranja, y se desarrollan en gran cantidad en el órgano atacado (hígado, pulmón, etcétera), al matar los bueyes o carneros se encuentran con que estas vísceras tienen muy mal aspecto, y son imposibles para la venta; no pudiéndolas aprovechar, las tiran y son comidas por los perros, que con tanta frecuencia merodean por los mataderos; ya en el aparato digestivo del perro, se disuelve la cubierta de la hidátide y dejan en libertad toda aquella multitud de *escólex* que se fijan por el rostelo y luego por segmetación engendran los tres o cuatro anillos restantes hasta hacerse animal sexuado.

¿Cómo pasa la *Tænia echinococcus* al hombre? No hay duda que la inmensa mayoría de las veces el hombre adquiere el parásito directamente del perro, y de ello nos daremos cuenta con gran facilidad. El perro es uno de los animales más familiarizados con el hombre; como los embriones los expulsa el perro por el ano juntamente con los excrementos, muchos de aquéllos pueden quedar adheridos alrededor de dicha abertura intestinal; notoria es la costumbre que tienen estos carniceros de olerse y hasta lamerse el ano y partes próximas a él, pudiendo de tal modo recoger en la lengua y hocico embriones de tenia; los perros pueden lamerse y repartir los embriones por la piel y formaciones dermoicas. Como los perros son acariciados por el hombre, y viceversa, y aún más con la costumbre que éste tiene de meterle la mano en la boca, bien puede ser causa de que lleguen a la boca del hombre los embriones de aquel gusano, porque simultáneamente pase los dedos por los labios, donde quedarán retenidos por la saliva y de allí pasarán al tubo digestivo. Puede adquirir el hombre los embriones bebiendo agua donde se haya ensuciado de antemano un perro atacado de tenia. Pero el medio de infección más frecuente es debido a la mala costumbre de poner los platos, que sirvieron para la comida, a ser lamidos por los perros; si alguno de ellos está atacado de tenia y, por lo mismo, tiene embriones en la lengua, los dejará en los platos, que podrán salir con la limpieza, pero que algún embrión permanecerá entre las grietas y roturas de la vasija, de donde luego los adquiere el hombre.

Una vez los huevos de la *Tænia echiconoccus* en la boca del hombre, pasan con la saliva o alimentos al estómago e intestino; se redisuelve la cáscara y deja en libertad el embrión, que, atravesando por las vellosidades, llega a la vena porta, que con frecuencia los deja en el hígado y a veces los traslada a la masa encefálica, pulmones, etc.; allí sufre las modificaciones que hemos dicho al considerarlos en el buey o carnero, produciendo la *hidátide* ò *acefalocisto*, de gran tamaño; la presencia en el hígado, cerebro o pulmones de tan terribles huéspedes produce trastornos de tal categoría, que concluyen casi siempre con la vida del individuo atacado. Que la *T. echinococcus* no es rara en el hombre, lo demuestra el hecho de haber producido horrorosos estragos entre los pescadores de Islandia, tanto que el Gobierno tuvo que dictar severas reglas, reduciendo grandemente el número de perros de la isla y mandando quemar todas las reses atacadas por la tenia.

Cuatro géneros interesantes comprende la familia Ténidos: *Tænia, Hymenolepis, Davainea* y *Dipilydium.*

Tænia. - Utero continuo; senos genitales alternando regular o irregularmente en los anillos de la cadena.

Dipylidium.—Dos senos genitales opuestos en cada anillo.

Hymenolepis.—Senos genitales unilaterales; es decir, en un solo sentido; útero continuo.

Davainea.—Senos genitales unilaterales; útero, al final, en forma de ampollas separadas o cápsulas ovíferas.

TÆNIA MEDIOCANELLATA Küchm. (*T. saginata* Gotz.; *Tænia rhynchus saginatus* Wein.) (Fig. 16.) — Escólex inerme, sin coronas de ganchos; senos genitales colocados con heterogeneidad; después de la fecundación, el útero emite una gran cantidad de ramificaciones (25 a 30), que, vistas al microscopio, aparecen muy apretadas. Adquiere gran desarrollo la colonia, llegando a tener siete y ocho metros de longitud.

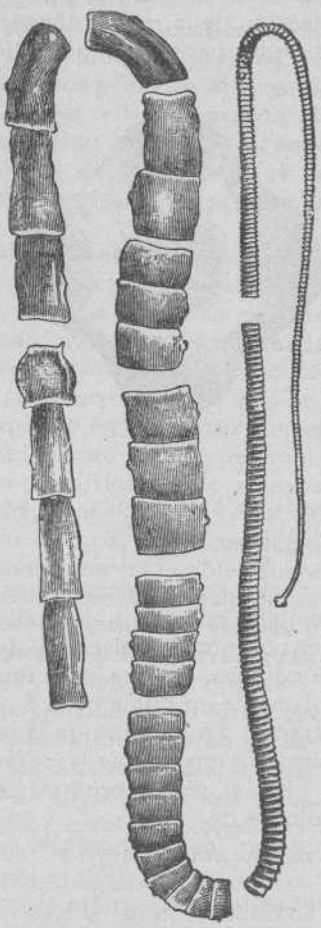


Fig. 16

Es la especie más común en el hombre y la adquiere de la vaca, donde esta tenia sufre la fase cisticerco. El uso tan frecuente de la carne de vaca en nuestra alimentación, en condiciones tan favorables para la no destrucción del parásito, cuales son el comerla casi cruda, poco menos que *al natural*—claro es que buscando en ella el mayor poder nutritivo —, nos explica fácilmente el por qué la *T. mediocanelleta* es hoy la más frecuente en el hombre. Muchas son las reses vacunas que contienen el cisticerco de la tenia; pero éste pasa inadvertido en el reconocimiento legal de las carnes, por

varias causas: primero, porque, naturalmente, no se va a hacer un examen detenido y escrupuloso que deje imposible la carne para la venta, aun después de resultar buena; y segundo, porque el cisticerco es pequeño, no se fija en región determinada y se presenta ordinariamente en escaso número. Cuando la cantidad es tan grande que llega a constituir una infección de la res sacrificada, difícilmente se escapa al análisis de los peritos, aunque la inspección muchas veces es ilusoria; pero cuando hay pocos cisticercos, pasan, como he dicho, ignorados en la inspección legal, y tampoco llegan a darse cuenta de la presencia del futuro huésped los encargados de consumirla. El buey adquiere el embrión con la hierba de los prados que son abonados con heces fecales o regados con aguas de las alcantarillas que cruzan las poblaciones. Como vemos, es una tenia cuyo ciclo evolutivo lo hace del hombre a la vaca; en ésta se desarrolla el cisticerco y en aquél se hace adulta; no se han encontrado cisticercos en el hombre.

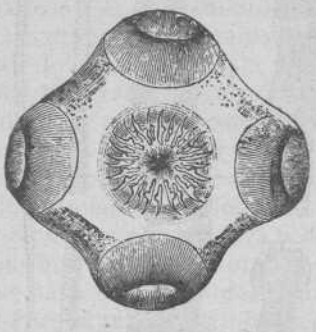


Fig. 17

TÆNIA SOLIUM L. *T. vulgaris* Werner. (Fig. 17.)—Escólex con el rostelo adornado por dos coronas de ganchos; senos genitales colocados alternativamente en los segmentos, aunque con poca regularidad; después de la fecundación el útero se ramifica, sin que estas ramificaciones queden apretadas y solamente en número de 8 a 14, lo que constituye un buen carácter. La longitud de la cadena es variable, pero puede alcanzar la misma que la de la especie anterior.

En el cerdo produce la enfermedad conocida con el nombre de *ladrería*. El *cisticerco* hay que buscarlo en la lengua y en los músculos del cuello.

Es la especie de más antiguo conocida y la que fué más frecuente en el hombre; como el cerdo es el único que nos la puede transmitir, porque en él es donde se forma la fase cisticerco *(Cysticercus cellulosæ* Rud.), y hoy la carne de este animal no se usa tanto como antes, por haberla sustituído con la de vaca en nuestras normales comidas, por eso, repito, es mucho más frecuente encontrar parásita en el hombre la *T. mediocanellata* que la *T. solium;* esto, secundado por el recelo que la gente tiene, con mucho fundamento, de la carne

de cerdo, nido de la *trichina*, hace que con frecuencia antes de ser comida se haya frito, asado o cocido bien, y por consecuencia, no tengan lugar a desarrollarse estos terribles gusanos.

Tænia echinococcus Siebol. *Echinococcifer echinococcus* Weissl.—Islandia, Australia, Argentina, etc.

Es la tenia más pequeña, de medio a un centímetro de longitud; rostelo adornado con doble corona de ganchos; las cuatro ventosas un poco salientes; senos genitales alternando regularmente. El cuerpo consta de tres o cuatro anillos, de los cuales el último es el más grande, tan largo como el resto del cuerpo; es como la vesícula cística de los cisticercos de las especies anteriores, pero más estrecho y proporcionado.

La evolución ya la hemos descrito; la evolución normal es entre el perro y el carnero o buey, y accidentalmente en el hombre en estado larvario *(equinococo)*. La presencia de este parásito en el hombre produce una grave afección llamada *equinococosis unilocular*, que puede ser *primitiva* o *secundaria*. Generalmente el equinococo se desarrolla en el hígado, pulmón, bazo, peritoneo, no siendo raro en el cerebro y en el corazón. La *equinococosis secundaria* es caso notable de evolución de la especie dentro del mismo individuo, que viene a contradecir la teoría de van Beneden, o sea que los cestodes, para evolucionar, necesitan emigrar a otros seres; es decir, cambiar de animal parasitado. Resulta que un escólex fuera del equinococo, pero dentro del mismo animal parasitado, se convierte en otro equinococo fértil con multitud de escólex y vesículas prolíferas. A esta equinococosis se llama *secundaria*.

Tænia multilocularis Leuck. *(T. echinococcus alveolaris* Poss.)—Considerada por muchos naturalistas como forma especial de la *T. echinococcus*, poco diferente de ésta en su característica morfológica, pero muy distinta en la fase larvaria y hasta en la distribución geográfica. La larva es una masa plasmodial nucleada, que luego produce prolongaciones periféricas germinativas *(embriones de Melnikoff)*, y que, según F. Devé, son expansiones de la masa germinativa de las vesículas alveolares equinocócicas provistas de gran intensidad tóxica.

Esta fase rara, extraña, en el hígado del hombre produce la equinococosis *alveolar* o *multilocular*, especie de tumor constituído por una masa fibrosa llena de alvéolos o celdillas, y abundante en materia gelatinosa, como si fuera un cáncer gelatinoso del hígado.

Esta afección, gravísima, no es rara en Baviera (Sur), Ti-

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

rol y Suiza (Norte); no se conoce o es rarísima en Islandia y Australia. Desconocida en España.

Se citan también la *Tænia confusa* Ward, de ocho a nueve metros de longitud, y la *Tænia hominis* von Lins, inerme, tanto una como otra de evolución desconocida; especies muy dudosas.

Especies comunes no halladas hasta hoy en el hombre son, entre otras, la *Tænia serrata* Goez, frecuentísima en el intestino del perro, y cuyo cisticerco vive en la liebre y conejo; la *T. cœnurus* Küch., del perro, y cuyo cisticerco en el cerebro del carnero le produce especie de locura; la *T. crasicollis* Rud., o tenia del gato, y cuyo cisticerco vive en el hígado de la rata; la *T. expansa* Rud., del ganado lanar y cabrío, cuyo cisticerco nos es desconocido; la *T. perfoliata* Goez. es la tenia de los caballos; la *T. plicata* Zeder es también del ganado caballar.

Dipylidium caninum L. *Tænia cucumerina* Bloch; *Tænia canina* L.; *T. moniliformis* Pall.; *T. elliptica* Bat.

De 25 a 30 centímetros de longitud; marcadamente moniliforme (forma de rosario). Escólex diminuto, ventosas elípticas y rostelo prominente con tres coronas de ganchos, a veces con una cuarta corona incompleta. Estos ganchos, de forma de espina de rosal, son fácilmente caducos, por cuya razón es fácil observar el rostelo inerme o con algunas espinas esparcidas. Los anillos medios son claramente ovoideos, con estrecho punto de unión; por eso resulta moniliforme la cadena. Dos senos genitales opuestos en cada anillo; esto es debido a que en cada anillo hay dos aparatos reproductores semejantes y cada uno tiene su poro exterior. Los aparatos reproductores son claros en los anillos medios, que suelen estar abombados; canales deferentes muy sinuosos; oviducto sin reservorio seminal, ovario bilobado en cada aparato; útero en forma de red que rodea a las cápsulas seminales o testículos.

Cuando los óvulos son fecundados, los testículos se reabsorben, desaparecen, y el útero se distiende formando ampollas, que al fin se separan, constituyendo las características cápsulas ovíferas.

La evolución normal es entre la pulga del perro *(Pulex serraticeps)* o piojo del perro o gato *(Trichodectes canis)* y el perro o gato. Accidentalmente puede llegar al hombre, que se infesta deglutiendo pulgas o piojos de perro que hayan caído en los alimentos. Son bastantes los casos observados.

Hymenolepis murina Duj.; *H. nana* Lench; *Tænia nana* Seb.; *Diplocanthus nanus* Wein.

De dos a cuatro centímetros de longitud y filiforme. Rostelo corto y ancho, retráctil, con una corona de ganchos; ventosas redondeadas. Senos genitales, todos en una dirección, unilaterales.

Los embriones o huevos son redondos u ovalados, de 40 a 50 micras, protegidos por tres membranas y mostrando en cada polo un mamelón.

Especie muy frecuente en la rata, y accidentalmente en el hombre; en Italia se ha observado multitud de veces; en España tampoco es rara; casos se conocen en Galicia.

El parasitólogo Grassi ha estudiado experimentalmente la evolución directa de este gusano; un embrión en el intestino de la rata penetra en las vellosidades, y allí mismo se transforma en cisticerco *(cercocistis)*, que, por rotura del quiste, queda el escólex en libertad y vuelve al intestino, donde se hace adulto. Este mismo proceso evolutivo seguramente es el operado en el hombre.

Hymenolepis diminuta Rudol; *Tænia diminuta* Rudol; *T. favopunctata* Leuk.—De 25 a 50 centímetros de longitud, constituída por un millar próximamente de metámeros; rostelo poco ensanchado, inerme, y ventosas circulares diminutas, los anillos mucho más anchos que largos, y todos ellos con el seno genital hacia un lado. El interior del anillo está ocupado por tres gruesas masas testiculares, un ovario lobado y el oviducto ensanchado en la base y adelgazado hacia el poro genital. Grassi y Revolli han estudiado la evolución de este gusano, encontrando el *cercocistis* (embrión con vesícula caudal) en los lepidópteros *(Asopia farinalis)* y coleópteros *(Akis spinosa, Scaurus striatus)*. Algunos casos en el hombre.

Davainea madagascariensis Davaine; *Tænia madagascariensis* Davai; *T. demariensis* Danie.—De 25 a 30 centímetros de longitud, y alrededor de 500 anillos. Escólex con cuatro ventosas gruesas, acopladas dos a dos; en el rostelo hay una depresión fuerte, adonde se halla invaginada una especie de trompa provista de doble corona de ganchos, los cuales, por ser caducos, puede, el rostelo, aparecer inerme, lo que es muy general. Como en las especies del género *Hymenolepis*, los anillos son más anchos que largos y los senos genitales son unilaterales, y también como en este género el útero, al desaparecer las vesículas seminales, se convierte en ampollas o cápsulas ovíferas.

La evolución es, hasta hoy, desconocida; todo cuanto se ha escrito respecto al huésped intermedio es muy aventurado; según Blanchard, en la cucaracha. Especie parásita en el hombre, en la Guyana, Madagascar, etc. La *D. asiatica*

es especie crítica; recogida por Anger en el Turquestán.

Todas las especies de ténidos que hemos estudiado y otras que estudiaremos luego, reciben el nombre vulgar de tenias o *solitarias*, este último nombre impropio, porque pueden ser varios individuos los que se hallen parásitos en el intestino humano.

La presencia de estos gusanos en el hombre produce trastornos de cierta gravedad. El *equinococo* o los embriones exacantos y *ciscicercos* de la *Tænia solium*, en evolución anormal, es gravísimo y necesita de la intervención quirúrgica. Lo más corriente es el parasitismo intestinal, y de todas las tenias, la vulgar es la *T. saginata*, que comúnmente se fija en la parte anterior del intestino delgado. De cien casos, en España, y en general en Europa, noventa y cinco corresponden a esta especie. El hombre la adquiere de la carne del ganado vacuno; en la carne de vaca está la fase larvaria conocida con el nombre de *Cysticercus bovis*, cisticerco unilocular y monocéfalo.

Este cisticerco hay que buscarlo en los músculos pterigoideos de todas las reses vacunas sacrificadas en los mataderos, pues son muchas las infestadas y que padecen de *ladrería*. Aparecen en los pterigoides, patentemente, formando unas vesículas ovoideas, de 10 a 12 milímetros de largas por 6 a 7 milímetros de anchas; a veces son más redondeadas, están protegidas por una membrana o quiste formado por proliferación del tejido parasitado; este quiste, roto con el estilete o con una tijera muy fina, deja libre el cisticerco, que tiene el aspecto y tamaño de un grano de arroz. El *escólex* o cabeza podemos verlo colocando el cisticerco en un vidrio de reloj, y agregando un poco de agua a 40°, no tarda mucho en desenvaginarse el escólex, que, como hemos dicho, aparece invaginado en la vesícula cística; puede verse muy bien con un objetivo de poco aumento.

Esta tenia abunda más o menos, según que la carne de vaca se use mucho o poco, y además, según a la temperatura a que haya sido sometida la carne. En los países, como Abisinia, donde se come la carne cruda, raro es el individuo que no ha padecido o padece de tenia; en Francia es también muy frecuente, y no tanto, pero también común, es en España. La carne cocida o frita, aun sin exageración, está libre del parásito.

Para combatir la tenia se usan con éxito varias materias medicinales; aun cuando el medicamento es lo esencial, no hay que olvidar el *procedimiento*, del cual pende muchas veces el resultado. Son materias medicinales recomendadas:

corteza fresca de raíz de granado, en infusión acuosa (raíz de granado, 50 gr.; agua, 750, reducida a un tercio por evaporación); *extracto etéreo de rizoma de helecho macho fresco* (extracto, 5 decigramos; calomelanos, 3 decigramos en *un sello;* para tomar 16 en hora y media, en intervalos de cinco minutos); con este medicamento (extracto de helecho) no debe tomarse aceite de ricino, pues produce accidentes gravísimos, a veces la muerte, por la propiedad que tiene de disolver el *ácido filícico*. También se usa con buenos resultados el *timol finamente pulverizado* (6 gr. divididos en 6 sellos, tomados en seis horas consecutivas); tampoco puede usarse el aceite o el alcohol, por ser soluble en estas substancias y producir trastornos graves. También son recomendables e *sulfato de pelleterina, helecho de Finlandia, kámala*, etc., etc., siendo clásicas las *semillas de calabaza*, sin quitarle la cáscara, que es muy activa. Estas semillas, pistadas con miel o en un looc blanco, son muy a propósito para los niños; la dosis es, para niños, 30 gr. de semilla y cantidad suficiente de miel para formar la pasta.

Antes de administrar el medicamento hay que preparar al enfermo, sometiéndole a dieta láctea durante veinticuatro horas, al cabo de las cuales debe administrarse un purgante salino; seguidamente de obrar el purgante se aplica el medicamento vermífugo, y a las dos horas de haber tomado la última dosis hay que administrar otro purgante salino, y con éste es expulsado el parásito intestinal.

La flor de kousso *(Brayera antihelmintica;* rosácea, de la tribu sanguisorbeas), de Abisinia, preconizada como poderoso antihelmíntico, no suele dar buenos resultados; además, esta planta ha de administrarse fresca, y fácilmente se comprenderá las insuperables dificultades que para ello existen.

BOTRIOCEFALIDOS

Escólex con dos especies de ventosas o surcos longitudinales *(botridios);* senos genitales colocados en la línea media y ventral del metámero.

El aspecto, organización y costumbres de estos animales son muy parecidos a los de los Ténidos, con los cuales el vulgo los confunde bajo la denominación de *tenias* o *solitarias*. Consisten en un escólex alargado, desprovisto de coronas de ganchos y con dos hendiduras o ventosas longitudinales; siguen después del escólex una multitud de anillos o metámeros bastante más anchos que largos, pero cuyas dimensiones

van aproximándose a medida que se acercan a la cola o parte posterior de la colonia; y, en efecto, los segmentos posteriores son más largos que anchos y aun llegan a adquirir forma cilindrácea, completamente distinta a la que presentan los colocados en la mitad del animal.

Como en las verdaderas tenias, la cavidad del anillo está ocupada casi en su totalidad por los órganos reproductores, masculinos y femeninos. En estos aparatos reproductores se observa alguna semejanza con los descritos al estudiar las *tenias;* el masculino consiste en una gran cantidad de testículos y el canal deferente bifurcado, pero que luego se reúnen las dos ramas para constituir uno general que en su terminación queda protegido por la bolsa del cirro; el aparato femenino está constituído por las glándulas vitelógenas, coquiliaria. el ovario, vagina y útero, siendo este último muy característico por su gran longitud, tanto que tiene que disponerse en zig-zás dentro de la cavidad del segmento; el seno genital ya hemos dicho que aparece en la cara ventral y en la línea media del anillo; la abertura macho y hembra están muy próximas, siendo aquélla la más visible y anterior.

Fecundados los óvulos, éstos se transforman luego en huevos, que fuera del segmento, sufren transformaciones y emigraciones, al parecer, semejantes a las descritas en la familia anterior; el huevo es operculado y aloja en su interior un embrión revestido de cirros vibrátiles; una vez salido del huevo, nada en las aguas hasta encontrar un pez, donde se aloja para sufrir transformaciones aun no muy bien estudiadas. El hombre adquiere estos parásitos por intermedio de los peces.

Comprende tres géneros:

Bothriocephalus.—Una sola fila de senos genitales colocados en la línea media ventral de los anillos.

Diplogonoporus.—Dos filas subcentrales de senos genitales en los anillos.

Sparganum. La forma adulta es hasta ahora desconocida; sólo es conocida la fase larvaria.

Bothriocephalus latus Brems.—Escólex sin rostelo y con dos surcos longitudinales, que son las llamadas impropiamente ventosas. Siguen después del escólex unos segmentos poco diferenciados, y luego otros, que son grandes, bastante más anchos que largos, con los senos genitales en la línea media y bien patentes; los últimos anillos son como cilindráceos, más largos que anchos, o por lo menos, de magnitudes poco diferentes. Es el parásito más grande que hasta hoy se ha encontrado en el hombre, pues a veces llega a tener una

longitud total de 15 o más metros. El vulgo lo confunde con las tenias; ya se dijo que la larva se desarrollaba en los peces (*salmón, trucha,* etc.).

Bothriocephalus cordatus Leuk.—Bastante más pequeña que la especie anterior, pues cuando más, tiene un metro de longitud; el escólex es pequeño, alargado y de una constitución poco diferente a la del *B. latus*. Sobre la cutícula se deposita gran cantidad de corpúsculos calcáreos. Ha sido también encontrado parásito en el tubo digestivo del hombre, pero con más frecuencia en el perro. La larva es, hasta hoy, desconocida.

Diplogonoporus grandis Lönmb. (*Krabbea grandis* Blanch.) De 10 metros de longitud; anillos anchos de dos y medio centímetros por uno de largo. El escólex es desconocido. Lo más característico es la presencia de dos senos genitales en cada anillo, situados en la cara ventral. El efecto es como si dos anillos de botriocéfalo se hubieran unido lateralmente.

La evolución es desconocida, aun cuando se supone que la fase larvaria es en los peces. En estado adulto vive en los Cetáceos y Pinípedos. Sólo se ha encontrado una vez parásito en el hombre, por Nakamura, en el Japón.

Sparganum Mansoni Cobb. (*Bothriocephalus liguloides* Leuk, *B. Mansoni* Blanch.)—Es un gusano plano con estriaciones, terminado anteriormente por una parte redondeada y más gruesa. Se desconoce la fase adulta o sexuada, pues en este gusano, descubierto en 1881 por Manson en un chino muerto en Amoy, no se distinguen órganos reproductores.

Manson lo halló en el tejido subperitoneal y en la cavidad de la pleura. Scheube, Ijima y otros lo hallaron en el Japón en el tejido conjuntivo, en la uretra, y, a veces, produciendo tumores, localizándose debajo de la conjuntiva, en el muslo y brazos. Daniels lo ha encontrado en la Guyana inglesa, y Sambon, en Africa Oriental.

El *Sparganum prolifer* Ijima es una larva de 5 a 10 milímetros de larga, con la extremidad posterior ancha y con una depresión apical. Sobre la cutícula se depositan corpúsculos calcáreos. Se desconoce la fase adulta, y, por lo tanto, los órganos reproductores.

Hallada una sola vez por Ijima en el Japón, formando quistes subcutáneos.

TREMATODES

Cuerpo no segmentado y de contorno ordinariamente elíptico; tubo digestivo bifurcado y ciego; animales parásitos.

La forma elíptica del cuerpo de los trematodes es muy característica; hay, sin embargo, alguna especie (*Schistosomum hæmatobium* Bilh.), que aparentemente es cilíndrico, no dependiendo esto más que del arremangamiento que sufren los bordes del cuerpo. No existe segmentación alguna ni apéndices que les sirvan para la progresión; en su lugar tienen ventosas en número y disposición variable, según las especies; una aparece rodeando la abertura bucal, que puede ser única, o tener otra próxima a ella y en la cara ventral.

Debajo de la cutícula existen músculos longitudinales y transversales que sirven para las contracciones del cuerpo. El tejido conjuntivo está muy desenvuelto y casi siempre constituído por células grandes y apretadas.

Consiste el aparato digestivo en una boca rodeada por la ventosa oral, la faringe musculosa, el esófago e intestino bifurcado, comúnmente ramificado y siempre ciego, careciendo, por lo tanto, de ano.

El sistema acuífero o excretor está bien desarrollado y consiste en multitud de vasos que abocan a dos troncos principales, y éstos, a su vez, en la parte posterior, en una vesícula contráctil; es inverso al aparato digestivo.

Está formado el sistema nervioso por dos masas ganglionares cerebroides, unidas por comisura transversa; de cada una de las masas ganglionares parte un cordón nervioso que emite ramificaciones, llegando aquéllos casi hasta la parte posterior del cuerpo.

No existe aparato respiratorio ni circulatorio.

Están bien desarrollados los órganos reproductores; con frecuencia son animales hermafroditas, rara vez unisexuales (*Schistosomum hæmatobium*).

Consiste el aparato reproductor masculino en dos grandes testículos de forma variable, ramificados (*Fasciola, Clonorchis*) o lobados (*Opisthorchis*), cuyos conductos excretores se reúnen en un canal deferente, sinuoso, cuya parte terminal, protegida por la bolsa del cirro, es protráctil y desemboca en la faz ventral. Los órganos femeninos son más complicados y están formados esencialmente por el ovario, tubos vitelógenos y vagina que hace las veces de útero; este

canal va a desembocar en la faz ventral y próximo al orificio masculino. Según Siebold, el *canal de Laurer* es un conducto que relaciona el aparato masculino con el femenino; pero parece estar ya plenamente demostrado que tal conducto no tiene nada que ver con el órgano masculino y sí debe considerársele como un pequeño canal que hace comunicar con el exterior el aparato reproductor femenino.

Las evoluciones que algunas especies sufren son muy curiosas y recuerdan las que verifican ciertos cestodes, con los

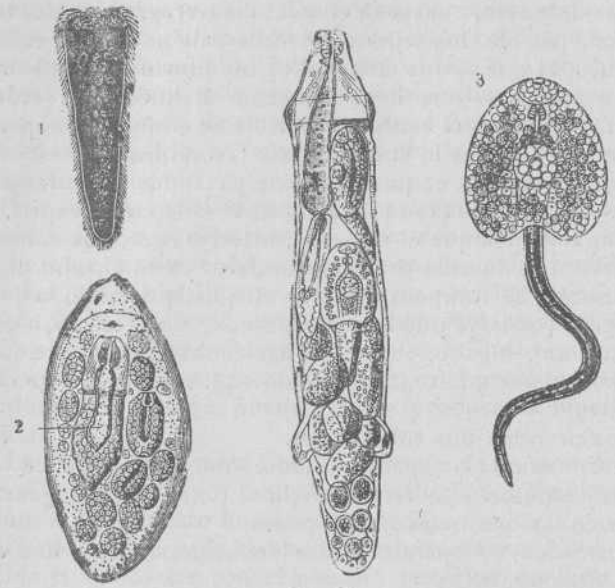


Fig. 18

que, como hemos visto, muestran grandes relaciones (fig. 18). Formado el huevo, éste se desprende de la madre, y, abriéndose luego la cáscara, quedan en libertad unos embriones que, en los casos más conocidos y notables, son ciliados, operculados y con una espinita en la parte anterior; la *larva ciliada* o *miracidium* (1) nada en las aguas hasta encontrar un animal donde alojarse, que suele ser un molusco del género *Limnaea* (*L. trunculata* Mull.); dentro del molusco, frecuentemente en el aparato respiratorio, pierde los cirros y engendra las vesículas germinativas o pequeñas larvas que ya recuerdan la forma del animal adulto; esta segunda fase puede tener un tubo digestivo común y recibe entonces el

BIBLIOTECA
DEL
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

nombre de *redia*, o puede carecer del tubo digestivo *(esporocisto)* (2). Las larvas contenidas en el interior de la *redia* o del *esporocisto* van diferenciándose más y más, hasta producir un estilete quitinoso anterior y un apéndice largo, posterior, caudiforme; llegado este grado de desarrollo, reciben el nombre de *cercaria* (3), las que, rompiendo la membrana o cutícula del esporocisto o redia, quedan en libertad, saliendo fuera del animal, donde hasta ahora fueron parásitas.

Las *cercarias* son muy activas, nadan de un lado para otro buscando un animal—pez, molusco, gusano, etc.—donde alojarse de nuevo; puesta en contacto la *cercaria* con el animal acuático, perfora los tejidos de éste valiéndose del estilete quitinoso, al que ayuda el apéndice caudiforme con sus bruscos movimientos, y así llega al interior el huésped. Pierde la *cercaria* la cola y el estilete anterior, se enquista y espera a que las condiciones le vuelvan a ser favorables para seguir el desarrollo; la larva enquistada tiene ya todos los caracteres del animal adulto, faltándole solamente el aparato reproductor. Supongamos que el molusco, insecto, etc., que contiene el parásito, es comido por un mamífero: ya en el tubo digestivo de éste, se rompe o disuelve el quiste, dejando la larva en libertad; la larva puede permanecer en el intestino, o puede ir al bazo, hígado, etc., etc., haciéndose animal sexuado, y, por lo tanto, adulto, terminando aquí el complicado ciclo evolutivo

Comprenden dos subórdenes:

Polistómidos. — Aparato fijador muy desarrollado con fuertes ventosas, y a veces ganchos. Ectoparásitos, generalmente de las branquias de los peces.

Distómidos.—Aparato fijador reducido a una o dos ventosas. Endoparásitos.

Al suborden *Polistómidos* corresponde el *Diplozoon paradoxus* Nord., llamado *animal doble*, porque los individuos se acoplan dos a dos en forma de x, y vive parásito en las branquias de los ciprínidos. El *Syrodactylus elegans* Nord. es parásito en las branquias de la carpa; el *Polystomum integerrimum* Rud., en la vejiga de la orina de la rana.

Distómidos.—Endoparásitos; con dos ventosas: una peribucal y otra ventral de fijación.

Comprenden dos familias interesantes:

Fascioláridos.—Huevo operculado; animales hermafroditas; cuerpo elíptico.

Esquistosómidos.—Huevo no operculado; unisexuales; cuerpo plano, pero de aspecto cilíndrico.

FAMILIA FASCIOLÁRIDOS

Son los genuinos trematodes, de cuerpo elíptico, no segmentado o con arrugas cuticulares transversas. Endoparásitos y hermafroditas. Son especies interesantes las siguientes:

Fasciola hepatica L. (*Distomum hepaticum* Retz.; *Cladocaelium hepaticum* Stoss.). Cuerpo plano, elíptico, blanquecino en la parte central y negruzco en el margen; de 2 a 3 centímetros de largo por uno de ancho. Ventosa peribucal pequeña, colocada en la parte anterior o cono cefálico, en la parte ventral, y a unos 3 milímetros del vértice cefálico, hay una ventosa de fijación, más grande que la peribucal y algo triangular. La evolución de esta especie es la descrita en las generalidades del grupo, y cuyas larvas son las representadas en la figura 20.

Vive en los canalículos hepáticos del carnero y de la vaca, y rara vez en el conejo y cerdo. También vive en el hígado del hombre produciendo una distomatosis, enfermedad rara. Los habitantes del Líbano padecen la afección llamada *distomatosis bucofaríngea*, producida por este parásito por la costumbre de comer el hígado crudo del cabrito y cordero; la enfermedad no es grave, so pena que el parásito, desarrollándose en la faringe, pueda llegar a producir la muerte por asfixia.

La *Fasciola gigantea* Cobb., diferente de la especie anterior sólo por su mayor tamaño, fué hallada por Railliet en un esputo sanguinolento humano (Senegal).

Clonorchis sinensis Cobb. (*Distomum sinense* Cobb.), conocida comúnmente con el nombre genérico de *duva de la China*.

Se conocen dos variedades, *major* y *minor*, que algunos parasitólogos (Braun y Looss) elevan a la categoría de especies fundándose en la distribución geográfica. El *C. sinensis* Cobb., *var. major* Verd et Bruy (*Distomum spathulatum* Lenck; *Opisthorchis sinensis* Blanch), tiene de 15 a 20 milímetros de largo por 4 a 5 de ancho, con la ventosa peribucal más grande que la de fijación; el miracidium se supone vive en los moluscos, y Katsurada cree que de los peces lo adquiere el hombre, adonde a veces se halla enquistado en los canalículos biliares (China).

El *Clonorchis sinensis* Cobb., *var. minor* Verd et Bruy (*Distomum Japonicum* Blanch), de 10 milímetros de largo por 2 ó 3 milímetros de ancho, es del mismo aspecto que la

variedad anterior, y es frecuente en el hígado y a veces en el páncreas del hombre en el Japón, produciendo en la provincia de Okayama, según Katsurada, una distomatosis hepática de carácter grave. La evolución del miracidium es desconocida.

Dicroaelium lanceolatum Stiles et Hassal (*Distomum lanceolatum* Meh.; *Fasciola lanceolata* Rudol; *Dicrocaelium lanceolatum* Dujar). Cuerpo elíptico, lanceolado, de medio a un centímetro de largo por 1 a 2 milímetros de ancho; es casi transparente el cuerpo; la ventosa de fijación es redonda y más grande que la peribucal.

La evolución está poco conocida; pero se supone, con mucho fundamento, que el desarrollo se verifica en los moluscos del género *Planorbis* (Helícidos). Vive en el hígado del carnero, vaca, cerdo, conejo, etc., y pocas veces ha sido hallado en el hombre.

Opisthorchis felineus Rivol (*Distomum sibiricum* Winog; *D. conus* Gurlt; *D. lanceolatum-feliscati* Siebold). Cuerpo elíptico lanceolado, con las dos ventosas redondeadas y próximamente iguales; el tamaño es próximamente de un centímetro de largo por medio centímetro, o algo menos, de ancho; los dos testículos son grandes y lobados.

La evolución no está bien determinada; pero es muy razonable la creencia del naturalista Askanazy suponiendo que la fase miracidium se desarrolla en moluscos bivalvos del género *Dreysena* (*D. polymorpha*), y de éstos van a los peces de los géneros *Idus* y *Leuciscus*. En el hombre se ha encontrado varias veces en el páncreas e hígado, también en el gato y perro.

El *Opisthorchis noverca* Braun (*Distomum conjuntum* Lewis et Cunn.), fácil de distinguir de la especie anterior por tener la cutícula cubierta de pequeñas espículas, ha sido señalado por Max Connel en el hígado del hombre en Calcuta; también ha sido citado por Lewis y Cunninghan en los canalículos hepáticos del perro. La evolución de esta especie es desconocida.

El *Metorchis truncatus* Rudol. (*Distonum conus* Creplin) es muy característico por ser el cuerpo cónico—un cono truncado—, con las dos ventosas patentes, y sobre la cutícula aparecen gran cantidad de espículas. Vive en el hígado de la foca, gato y zorra. Ha sido citado por Winogradoff en el hígado del hombre.

Fasciolopsis Busky Lank. (*Distomum crassum* Busk; *Opisthorchis Buski* Blanch). Cuerpo grueso, grisáceo, de cinco a seis centímetros de largo por uno a dos de ancho; ventosas

redondeadas, la ventral profunda. Bolsa del cirro larga, recta o *flexuosa* (*Fasciolopsis Fulleborni* Rodenw.)

La evolución es desconocida. Vive en el intestino del cerdo en Asia; es frecuente en el intestino delgado del hombre en el Extremo Oriente; a veces sin acción patológica, pero en ocasiones produce enteritis de carácter grave. Hasta ahora no ha sido hallado en Europa.

La *Fascioleta ilocana* Garr., de cuerpo oblongo, transparente y de color rosado, con una gran ventosa de fijación, ha sido hallada por Garrison en el intestino de los indígenas del Norte de la Isla de Luzón (Filipinas).

El *Heterophyes heterophyes* Siebold, de un milímetro de largo por medio milímetro de ancho, rojizo y abultado en la mitad posterior, vive en el intestino delgado del hombre en Egipto; fué hallado por primera vez, en el año 1851, por Bilharz en El Cairo; posteriormente ha sido encontrado por Janson en el Japón; también vive parásito en el intestino del gato, perro, zorra y hasta en algunas aves.

Cladorchis Watsoni Conyug. (*Paramphistomum* Watsoni Manson). Cuerpo algo piriforme, rojizo, de un centímetro de largo por medio centímetro de ancho. Hay en la parte anterior del cuerpo una fuerte depresión, y allí está invaginada la ventosa peribucal. La ventosa de fijación o ventral está situada muy hacia atrás, casi en el extremo posterior, y es muy grande (diez veces más que la anterior).

El proceso evolutivo es desconocido; según Loos, las larvas operculadas llegan a la cavidad visceral de ciertos moluscos pulmonados próximos al género *Limax*, y las cercarias formadas quedan en libertad y van a parar a la hierba, con la cual pasan a los animales herbívoros. Vive en el duodeno y parte superior del yeyuno, en el Africa oriental.

El *Gastrodiscus hominis* Lewis et Max Connel, muy curioso por tener el cuerpo dividido en dos partes: una, anterior, estrecha y cónica, y otra, posterior, ensanchada y en forma de disco, fué hallado por O'Brien y Curran en el colon ascendente y en la válvula ileocecal del hombre (India). Más tarde Low le encontró en la Guyana.

El *Paragonimus Westermanni* Kerb (*Distomum pulmonalis* Kiyona), ovoideo, rojizo obscuro (conservado en el alcohol), tiene la cutícula protegida por espinas escamosas; mide de diez a quince milímetros de largo por cinco a siete de ancho; las dos ventosas son próximamente iguales. Vive en los pulmones del cerdo, perro y gato. En el hombre produce una distomatosis pulmonar de carácter grave; son temibles las embolias en el cerebro producidas por los huevos

y por el parásito adulto. Es enfermedad endémica en el Japón, China, Formosa, etc.

FAMILIA ESQUISTOSOMIDOS

Conocidos también con el nombre de Bilarcídidos (*Bilharzia*), fáciles de caracterizar por tener el cuerpo aparentemente cilíndrico debido al arremangamiento de los bordes, produciendo un canal (*canal ginecóforo*) en el cual vive la hembra en comensalismo.

Es un buen carácter diferencial de la familia anterior el que las dos ramas del aparato digestivo se unen en un tubo único en el tercio posterior del cuerpo. El huevo no es operculado. Unisexuales. Animales parásitos en el torrente circulatorio sanguíneo, produciendo en el hombre la enfermedad denominada *bilarziosis* o *eschistosomiasis*.

Schistosomum hæmatobium Bilharz. (*Distomum hæmatobium* Bilh.; *Bilharzia hæmatobia* Cobb.; *Thecosoma hæmatobia* Moq. Tandon.) Especie unisexual; el macho es de color blanco, de diez a quince milímetros de largo por un milímetro de ancho; aparentemente cilíndrico por el arremangamiento de los bordes que origina el *canal ginecóforo*. La cutícula, en la parte dorsal, está provista de papilas apretadas; y en la cara ventral, menos en la línea media, hay papilas espinosas. La hembra vive comensal en el canal ginecóforo; es cilíndrica, de color gris pardusco y más larga que el macho (quince a veinte milímetros). Una vez verificada la fecundación, mediante adosamiento por las caras ventrales, las hembras abandonan el canal ginecóforo y emigran a los vasos capilares de la pared de la vejiga de la orina y hacen la puesta. El huevo no es operculado y presenta un fuerte espolón *terminal*.

El proceso evolutivo no está aún bien determinado. Los huevos pasan a la vejiga, y con la orina salen al exterior y van a parar al agua. Mientras permanecen en la orina, el huevo está en vida letárgica; pero al llegar al agua se rompe la membrana en las proximidades de la región cefálica, y por esa abertura sale el miracidium. Se desconocen las fases evolutivas siguientes, así como tampoco se sabe nada respecto a la existencia de huésped intermedio. Es creencia muy generalizada la de suponer, con Looss, que el miracidium llega desde el agua al hombre penetrando directamente por la piel, pues es bien sabido que estos gérmenes mueren rápidamente en el líquido gástrico. (Una disolución clorhídrica a la milésima, mata los gérmenes en un minuto.) Además, los

indígenas de Egipto y Natal creen que la enfermedad que produce este parásito la adquieren en el baño de agua dulce, y las estadísticas lo confirman. Supone Looss que los miracidium, una vez en el tegumento cutáneo, llegan al torrente circulatorio y por la vena porta pasan al hígado, en cuya víscera se transforman en redias o esporocistos que luego producen las cercarias, y, finalmente, los animales adultos.

La presencia del parásito en el hombre produce la enfermedad conocida con el nombre de *hematuria de Egipto* o *bilarziosis vesical,* afección que se acusa por la emisión de algunas gotas de sangre al terminar la micción. Cuando el caso es grave, la orina es toda ella sanguinolenta. Generalmente va acompañada de grandes dolores e intensa cistitis. Por lo general no es afección mortal, salvo complicaciones de uremia, albuminuria o nefritis, y suele curar al cabo de algún tiempo. No se conocen medicamentos específicos.

La hematuria bilarziana fué descubierta por Bilharz, en 1851, en el Egipto. Luego fué estudiada, en 1864, por Harley en el Natal, y más tarde se observó en el Sudán, Cabo de Buena Esperanza, Transvaal, Orange, Túnez, etc. También se han estudiado algunos casos en Grecia, en la Meca e India.

El *Schistosomum Mansoni* Samb. es muy parecido a la especie anterior; realmente, el único carácter específico diferencial consiste en que el huevo de este parásito presenta el espolón *lateral.* La evolución es desconocida. Vive en el sistema venoso del hombre, y deposita los huevos en las túnicas del intestino grueso, produciendo una *disentería bilarziana* de carácter leve, salvo complicaciones. Se presenta esta enfermedad en Egipto, Africa Oriental y también en las Antillas, Bahía y Sur de los Estados Unidos de América.

El parasitólogo Katsurada, en 1904, describió el *Schistosomum Japonicum* Kats, hasta hoy sólo conocido en China y Japón, que vive en la sangre del hombre; se distingue de las especies anteriores porque el macho tiene la cutícula lisa desprovista de papilas y granulaciones. Además los huevos carecen de espolón. Cuando los huevos se acumulan en los tejidos produce la bilarziosis, conocida en Oriente con el nombre de *enfermedad de Katayama,* caracterizada por la hipertrofia del hígado y bazo y por fuerte diarrea sanguinolenta. Es enfermedad muy grave. No se conocen medicamentos específicos.

CLASE NEMATELMINTOS

Cuerpo cilíndrico y alargado, sin segmentación interna y sin apéndices que les sirvan para la locomoción; frecuentemente unisexuales y endoparásitos.

La cutícula que reviste el cuerpo rara vez es lisa, sino que muestra arrugas transversales que dividen al animal en gran cantidad de aparentes metámeros; no obstante, esta segmentación es solamente cuticular y no trasciende a los órganos internos. Sobre la cutícula no se implantan cirros ni flagelos; todo lo más algún apéndice quitinoso en la abertura sexual macho, que son órganos exteriores de la reproducción.

Debajo de la cutícula existe la capa musculosa, que a veces, como en los Nematoideos, alcanza gran desarrollo y disposiciones curiosas que estudiaremos en lugar oportuno; la capa musculosa consiste en músculos longitudinales y transversales, por lo que el animal puede verificar variados movimientos ondulatorios.

El aparato digestivo puede faltar (Acantocéfalos) o existir en la edad primera y faltar en la adulta (Górdidos), o estar relativamente bien desarrollado (Nematoideos); está formado esencialmente por una boca rodeada de espinitas, papilas, etc.; el esófago con bulbo faríngeo o sin él, y un intestino recto y cilíndrico que termina en el ano.

No existe aparato respiratorio ni circulatorio. El aparato excretor es muy variable según las especies; consiste frecuentemente en canales pares que desembocan en dos tubos generales que recorren el animal, o bien en tubos ramificados colocados debajo de la piel.

Grandes modificaciones sufre el sistema nervioso que siempre existe en estos gusanos; también existen con frecuencia manchas oculares y otros indicios de órganos sensitivos.

Animales unisexuales, con dimorfismo sexual manifiesto, habiendo por excepción especies que son hermafroditas (*Pelodytes*, etc.); desarrollo directo o mediante metamorfosis, generalmente ovíparos, a veces vivíparos (*Trichina* Ow.). Casi todos parásitos; algunos libres.

Comprende tres órdenes:

Nematodos.—Con aparato digestivo bien desarrollado.

Nematomorfos.—Aparato digestivo atrofiado en estado adulto.

Acantocéfalos.—Sin aparato digestivo; parte anterior con probóscide protráctil.

ORDEN NEMATOIDEOS

Cuerpo alargado, generalmente fusiforme, con segmentación cuticular o sin ella; con aparato digestivo; casi todos parásitos y unisexuales.

El cuerpo está revestido por una cutícula formada por varias capas quitinosas, de grosor y consistencia distintos según

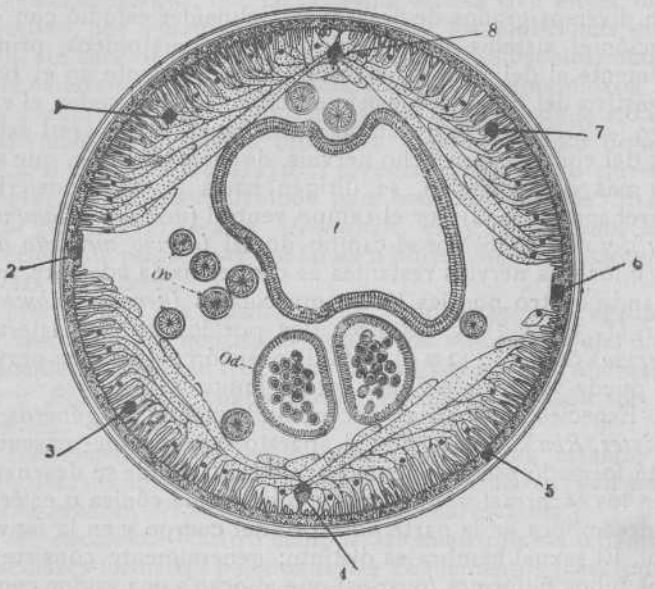


Fig. 19

las especies. Debajo de la cutícula existe la zona muscular, constituída principalmente por fibras longitudinales; las fibras musculares no recubren completamente el cuerpo del gusano, sino que hay espacios desprovistos de ellas, y se extienden desde la parte anterior a la posterior del cuerpo. Los espacios provistos de músculos se llaman *líneas musculares*, y los desprovistos de ellos, *campos;* en un nematoideo tipo existen cuatro *campos*, y, por lo tanto, cuatro *líneas musculares* dispuestas alternativamente; los campos reciben diferentes nombres según la colocación: uno, dorsal, *campo mediano dorsal;* otro, ventral, *campo mediano ventral*, y dos laterales, *campos laterales* (fig. 19).

El aparato excretor está representado por dos tubos longitudinales, transparentes y reunidos en la parte anterior en un tubo común que desemboca al exterior en el campo mediano ventral, en un orificio llamado *poro excretor;* cada uno de los tubos del mencionado aparato marcha por el respectivo campo lateral.

El aparato digestivo consiste en una boca rodeada de espinitas, papilas, etc., el esófago y un intestino recto que desemboca en la parte posterior del cuerpo.

El sistema nervioso existe en todos los nematoideos (?) con diversos grados de desarrollo. Schneider estudió con detención el sistema nervioso de ciertos nematoideos, principalmente el del *Ascaris megalocephala*, frecuente en el tubo digestivo del caballo; consiste en un collar que rodea el esófago (*collar esofágico*) y unido íntimamente a su pared externa; del collar parten ocho nervios, de los cuales dos, que son los más desarrollados, se dirigen hacia la parte posterior, marchando uno (4) por el campo ventral (*nervio mediano ventral*), y el otro (8) por el campo dorsal (*nervio mediano dorsal*); los seis nervios restantes se dirigen hacia adelante, marchando cuatro por las líneas musculares (*nervios submedianos*) (1, 3, 5 y 7), y los otros dos por los campos laterales (*nervios laterales*) (2 y 6). Esta disposición del sistema nervioso puede verse en la figura 19, ya indicada.

Especies unisexuales, excepción hecha de los géneros *Pelodytes*, *Rhabdonema*, etc.; el aparato reproductor masculino está formado esencialmente por un tubo donde se desenvuelven los espermatozoides, que son de forma cónica o esférica, y desemboca en la parte posterior del cuerpo y en la faz ventral. El sexual hembra es distinto; generalmente consiste en dos tubos filiformes (ovarios) que abocan a una vagina común que termina en la parte media o posterior del cuerpo. Por lo regular los machos se distinguen de las hembras en que aquéllos son de menor tamaño y tienen encorvada la parte posterior del cuerpo.

Son ovíparos, rara vez vivíparos; desarrollo directo, pues las metamorfosis, por lo general, están poco acentuadas; sin embargo, pueden distinguirse tres fases de desarrollo: *larva, ninfa* y animal adulto o *sexuado*. Casos de partenogénesis curiosa lo muestran ciertos nematoideos, como los *Cuculánidos* (*Angiostoma*, *Strongyloides*, etc.), existiendo una fase transitoria, *rhabditis*, sexuada, cuya hembra produce embriones que se desenvuelven en el interior y a expensas de las vísceras de la madre, que una vez destruída emigran al interior de determinados animales (ranas, galápagos, etc.), donde luego

se hacen sexuados, pero teniendo cada individuo órganos reproductores masculinos y femeninos (hermafroditas), que primeramente producen espermatozoides y luego óvulos.

Diverso en extremo es el modo de vivir de los nematoideos: hay especies que son libres toda la vida (*Anguillula aceti, Tylenchus tritici*, etc.); otros que son parásitos en la primera edad y libres en la adulta (*Mermis nigrescens*, etc.), o viceversa, libres en la primera edad y parásitos en el estado adulto (*Dochmius trigonocephalus*, etc.). Especies hay, como la *Trichina spiralis*, que en la forma adulta vive en el tubo digestivo, por ejemplo, del hombre, y los embriones emigran, sin salir del hombre, a otros órganos (músculos) donde se convierten en triquina enquistada. Otros nematoideos viven siempre parásitos, y durante todas las fases de la vida se desarrollan en el mismo individuo y en el mismo órgano (*Ascaris lumbricoides, Oxyuris vermicularis*, etc.), o pueden emigrar a distintos individuos para hacerse sexuados (*Strongylus gigas, Dracunculus Medinensis*, etc.). Por último, hay especies que pueden ser parásitas o libres, según las circunstancias (*Pelodera*).

Muchas son las clasificaciones propuestas para agrupar por familias a los nematoideos; algunos autores, siguiendo a Schneider, establecen tres subórdenes: *Holomiarios, Meromiarios* y *Polimiarios*, cuyos caracteres distintivos son los siguientes:

Holomiarios.—Con un solo campo, ventral, estando el resto del cuerpo revestido por las fibras musculares (*Trichina, Trichocephalus, Dracunculus, Ichthyonema*, etc., etc.).

Meromiarios.—Cuatro campos; las cuatro líneas o bandas musculares formadas por dos series de elementos (casi todos los *Oxiúridos, Cosmocerca, Dermatoxys*, etc.).

Polimiarios.—Cuatro campos; las bandas musculares formadas por gran número de elementos (*Filaria, Ascaris*, etc.).

Esta clasificación, sin embargo, no es muy natural, porque separa géneros próximos y hasta especies relacionadas por los demás caracteres, sin más diferenciación que la variante en la forma de la capa musculoso-cutánea. E. Perrier forma con estos animales dos secciones:

Especies parásitas o libres en algún período de la existencia.....	*Parásitos.*
Especies libres en todos los períodos de la existencia..	*Libres.*

Las familias interesantes son las siguientes:

Ascáridos.—Cuerpo grueso, no filiforme; boca provista de tres labios.

Estrongílidos.—Extremidad posterior del macho con expansión membranosa (bolsa copulatriz) alrededor del orificio cloacal; boca con papilas, generalmente seis.

Tricotraquélidos.—Parte anterior del cuerpo estrechada bruscamente y filiforme, o capilar en la parte anterior y progresivamente abultado hacia la parte posterior.

Filáridos.—Cuerpo largo, cilíndrico y filiforme, con la boca triangular o redondeada, con papilas o labios.

Gnatostómidos.—Cuerpo no filamentoso, con revestimiento de laminillas quitinosas; boca con dos labios.

Anguilúlidos.—Con dos dilataciones esofágicas; sobre vegetales o líquidos orgánicos, a veces zooparásitos.

Angiostómidos.—Esófago subcilíndrico muy largo; boca sencilla, sin armadura quitinosa; zooparásitos.

FAMILIA ASCARIDOS

Son las especies más vulgares parásitas en el hombre, en los tramos intestinales. Comprende dos géneros:

Ascaris.—Polimiarios; boca con tres labios formando contorno triangular; vulva en la mitad anterior del cuerpo; machos con dos espículas desiguales junto al orificio sexual. Huevos elipsoideos.

Oxyuris.—Meromiarios; boca con tres labios poco salientes; vulva en la parte anterior del cuerpo; machos con una espícula junto al orificio sexual. Huevos oblongos, asimétricos.

Del género *Ascaris*, a más de las especies que vamos a estudiar, son comunes el *Ascaris megalocephala* Cloq., del caballo, en la cual se han estudiado procesos carioquinéticos muy notables; el *Ascaris suum* Duj. o lombriz intestinal del cerdo; *Ascaris labiata* Rud., parásita en el intestino de la anguila; *Ascaris depressa* Rud., del buitre, etc., etc.

Ascaris lumbricoides L. Conocida con el nombre de *lombriz intestinal.* Cuerpo blanco, grisáceo o lácteo, a veces con colores accidentales debido a los pigmentos biliares. El macho es de 15 a 20 centímetros de largo; la hembra es mayor, de 20 a 25 centímetros. Boca rodeada de tres labios formando contorno triangular; uno de ellos, el dorsal, presenta una prominencia central y dos papilas laterales; los otros dos labios sólo muestran una papila. Cutícula con pequeñas arrugas transversales. Macho con la extremidad caudal arrollada, curva, presentando junto a la punta dos espinas curvas y desiguales. Abertura sexual hembra en el tercio anterior del cuerpo.

La evolución es sencilla; los huevos salen al exterior con los excrementos y llegan al agua o a la tierra húmeda. Estos huevos son de 60 a 70 micras de largos por 40 a 50 de anchos, elipsoidales, blancos si son frescos, u obscuros si llevan tiempo fuera del intestino humano; están protegidos por una cáscara resistente y envueltos por una túnica albuminosa llena de prominencias irregulares. Los huevos tardan tiempo muy variable en madurar, dependiendo de la temperatura: en países calidos tardan un mes o cuarenta días; en los países fríos tardan mucho (seis o siete meses) en desarrollarse. Llega el huevo al hombre por el agua, en las verduras regadas con aguas infestadas, con la tierra, etc., etc. (mineros, geófagos, amasadores de barro), y ya en el estómago se disuelve la cáscara protectora y la ninfa pasa al intestino haciéndose sexuada.

La presencia de este parásito cosmopolita en el intestino humano produce la *ascaridiosis*, afección por lo general leve; pero que en virtud de múltiples complicaciones puede ser grave. El número de lombrices que aparecen en el intestino es variable; por lo general son de 4 a 6 ejemplares, a veces más. Por lo común se establece en el intestino delgado; pero no es raro hallarlos en el intestino grueso o ascender por el estómago, esófago y salir por la boca, y a veces penetrar en el oído y hasta en los pulmones. Las complicaciones graves, a más de los grandes trastornos nerviosos, son la apendicitis, perforación intestinal, hepatitis supurada, etc.

El *Ascaris canis* Wer. (*A. mistax* Rud.) se diferencia por presentar en la parte anterior del cuerpo dos expansiones cuticulares, membranosas, que le dan el aspecto de flecha; es muy frecuente en el perro y gato, habiéndose observado alguna vez en el intestino humano.

El sabio naturalista R. Blanchard ha citado el *Ascaris marítima* Leuck, muy parecido al *A. transfuga* Rud., en un niño, en Groenlandia; Smith y Goeth han hallado el *Ascaris texana* Smith en un hombre de raza blanca, en Texas.

Respecto al procedimiento medicinal para expulsar estos parásitos, lo trataremos después de estudiar el oxiuro.

Oxyuris vermicularis L. (*Ascaris vermicularis* L., Rudol). (Figura 20.) Conocida vulgarmente con el nombre de *lombrices de los niños*, la más frecuente y generalizada en el hombre, pudiendo afirmarse que es raro quien no ha padecido este gusano parásito.

Dimorfismo sexual bien marcado; las hembras (A) son de 10 a 12 milímetros de largas y es filamentosa; los machos (B) sólo alcanzan de 2 a 5 milímetros, y presentan el extremo

posterior del cuerpo encorvado con una espícula (C, *sp.*) junto al orificio cloacal, de 60 a 70 micras, encorvada. Color blanco níveo; boca rodeada de tres labios que se invaginan o retraen sobre el cuerpo. Lo mismo en los machos que en las hembras se observa una cresta longitudinal, lateral, que recorre el cuerpo, cresta muy visible cuando se observa un corte transversal al microscopio. Ano en la parte posterior, abertura sexual hembra en el tercio anterior del cuerpo (A, *v.*). Huevos asimétricos, oblongos, lisos (D), de 50 micras de largo por 25 micras de ancho; ya en el momento de la puesta puede observarse dentro del huevo el embrión arrollado en forma de sortija. Vive el vermes en el intestino grueso del hombre, pero debido a sus costumbres emigratorias sube al intestino delgado, y otras veces, muy general, desciende hasta los esfínteres del recto.

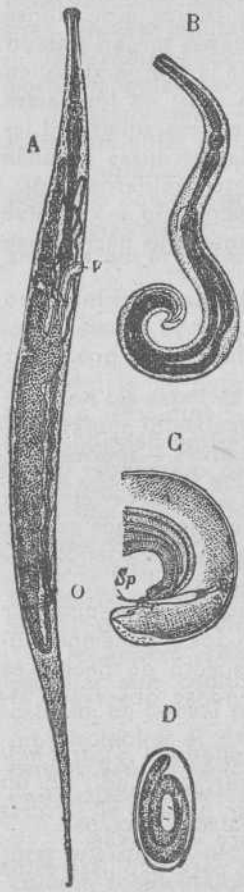


Fig. 20

La evolución es sencilla: las hembras para hacer la puesta descienden al recto y allí colocan los huevos; muchos salen con las materias fecales y otros quedan en el moco rectal, que es un gran medio para la vida de estos gérmenes. Cuando los huevos llegan al agua, si la infección no se verifica pronto, suelen morir (lo contrario de lo que pasa con los huevos de *ascaris*), pues repetidas experiencias han demostrado que estos huevos al cabo de quince días se maceran y sucumben. Los huevos que quedaron en el moco intestinal se desarrollan (cuarenta y cinco a cincuenta días) y vuelven a infestar al individuo atacado. Esta es la razón por la cual, no habiéndose curado el paciente, cada cuarenta y cinco a cincuenta días vienen esos grandes accesos de *oxiurosis*.

La infección puede verificarse por multitud de procedimientos; el contagio directo entre niños que duermen juntos, pues es frecuente observar vermes en las sábanas de las camas. En los dedos, entre las uñas de los atacados, es muy

común hallar huevos del gusano. Además, las moscas son las encargadas también de propagar la oxiurosis, pues sabido es que estos insectos tienen la costumbre de posarse sobre los excrementos humanos, y en las patas y en la trompa llevan, con las partículas residuales, huevos de oxiuros que van dejando luego sobre el pan y materias alimenticias.

Ya hemos dicho que la presencia del vermes en el hombre produce una afección oxiurósica frecuentísima, por fortuna casi siempre de carácter leve. La presencia del parásito se acusa por un picor fuerte en el ano, un prurito intenso. Esta picazón es más fuerte—caso curioso—en las últimas horas de la tarde o primeras de la noche; el hecho es de interés científico, y así ha sido confirmado en multitud de casos. A veces produce escozor y gran congestión en la mucosa del último tramo rectal.

Las costumbres emigratorias del parásito pueden producir complicaciones graves; se conocen casos de vermes que saliendo por el ano penetran por la vulva y llegan al ovario, produciendo inflamaciones leucorreicas y metritis rebeldes y hasta quistes ováricos; como los vermes abundan en el recto, producen una acción refleja en la próstata, que en el hombre determina pérdidas seminales, dolores intensos y accesos de ninfomanía. No es rara la apendicitis por ser el apéndice íleocecal punto de predilección de estos gusanos.

Lo frecuente en los atacados es la palidez, insomnio, agitación nerviosa y hambre caprichosa; a veces vómitos y mareo. Rechinar los dientes durante el sueño, dormir con los ojos entreabiertos, y, sobre todo, la fuerte picazón en el ano, son síntomas muy característicos de la oxiurosis común.

El plan curativo merece llevarse con toda severidad, si ha de dar resultado positivo. Ello tiene más interés ya que la expulsión de los parásitos *en su totalidad* es problema muy difícil. Antes de someterse a la acción de los medicamentos, lo mismo para expulsar los oxiuros que los ascaris, debe prescribirse al paciente, durante veinticuatro horas, dieta láctea Transcurrido ese tiempo ha de administrarse un purgante, siendo recomendable 30 gramos de aceite de ricino para adultos, 20 gramos para los niños.

Luego de varias deposiciones se administra la siguiente fórmula:

Para adultos:

Santonina...	5 centigramos.
Calomelanos.....	4 decigramos.

En un sello.

Para niños:

Santonina.....	2 centigramos.
Calomelanos.....	2 decigramos.

En un sello.

A las tres o cuatro horas, según la mayor o menor rapidez de obrar el medicamento, ha de administrarse otra dosis de aceite de ricino, o una profunda irrigación con agua hervida jabonosa al 1 por 100, o timolizada.

Por la noche, al acostarse, debe aplicarse un supositorio de la siguiente fórmula:

Ungüento mercurial doble.	4 decigramos.
Precipitado blanco.....	1 centigramo.
Manteca de cacao.....	2 gramos.

Este método curativo debe repetirse durante dos días consecutivos en los niños; en los adultos, tres días.

Durante los días de curación ha de procurarse enjuagar la boca y limpiarse la dentadura con agua oxigenada y bicarbonato sódico, con el fin de disminuir la acción secundaria de los mercuriales. El supositorio mercurial es muy necesario en la oxiurosis, pues algunos vermes pueden quedar defendidos entre los dos esfínteres rectales. Además, si son niños pequeños deben vigilarse y atarles las manos por la noche para evitar la autoinfección.

El plan indicado es fuerte; pero no debe retrocederse, pues sólo así podrá conseguirse una perfecta curación. El enfermo decae mucho; pero al poco tiempo notará la desaparición de los insomnios y un bienestar que indica la curación radical.

FAMILIA ESTRONGILIDOS

Es la familia más complicada de los nematoideos, caracterizada porque los machos presentan una bolsa copulatriz o expansiones membranosas alrededor de la abertura cloacal, con costillas y aspecto muy característico, según los géneros.

La boca está provista de papilas o a veces labios. Son todas especies parásitas.

Railliet y Henry, que han estudiado detenidamente este grupo, lo dividen en dos series o subfamilias: *Metastrongili-*

deos y *Anquilostómidos*. En los primeros estudian los géneros *Metastrongylus*, *Hæmonchus*, *Trichostrongylus* y *Eustrongylus;* en el segundo grupo, todos los demás.

El *Metastrongylus apri* Gmel. (*Strongylus longevaginatus* Diesing), de 20 a 25 milímetros, boca con seis labios, bolsa copulatriz bilobada, y la hembra terminada en el extremo posterior por un apéndice ganchudo, vive normalmente en los pulmones del cerdo y ha sido observado por Jortsits en el pulmón de un niño, y por J. Chatin, en el intestino de un hombre anciano.

El *Hæmonchus contortus* Rud. ha sido hallado por De Magalhaes en Río Janeiro, en el intestino de un enfermo con aparentes síntomas de anquilostomiasis. Es un vermes filamentoso, de 20 a 25 milímetros, color blanco o rosáceo, con la bolsa copulatriz trilobada; hembras con la vulva situada en la región posterior del cuerpo, protegida la vulva por unas expansiones tegumentarias. Normalmente se encuentra este parásito en el duodeno y estómago de la cabra, oveja y vaca. El desarrollo debe ser directo y la infección se produce con la hierba.

Del género *Trichostrongylus* se conocen tres especies: el *T. instabilis* Raill ha sido encontrado por Looss en el intestino humano, en Alejandría y en el Cairo. Normalmente vive en el duodeno de la cabra y oveja, en las que produce una anemia perniciosa. La boca de este parásito es desnuda, color rosado y cuerpo capilar de 4 a 6 milímetros de largo. Bolsa copulatriz bilobulada y vulva en la parte posterior del cuerpo. El *Trichostrongylus probolurus* Raill ha sido hallado por Looss en el duodeno humano, en Egipto. El mismo parasitólogo Looss ha citado en Egipto otra especie, el *Trichostrongylus nitrinus* Looss.

El *Eustrongylus visceralis* Gmel. (*Strongylus gigas* Rud.; *Strongylus renalis* Mong-Tandon) ha sido observado algunas veces en la pelvis del riñón humano; es más frecuente en el riñón del caballo, vaca, perro, etc., llegando a destruir todo el parénquima renal. Es un gusano grande, de 20 a 40 centímetros de largo el macho, y de 50 a 80 centímetros la hembra. Cuerpo filiforme de color rojo, con la boca exagonal provista de seis papilas; la parte posterior del macho es más adelgazada, con una bolsa copulatriz provista de tres papilas, advirtiéndose en la bolsa un saliente en forma de Y, y en el centro de ella el orificio cloacal. Vulva en el tercio anterior, y el ano de la hembra está en el extremo posterior, cuya abertura es en forma de media luna. El proceso evolutivo de esta especie es totalmente desconocido.

La subfamilia *Anquilostómidos*, según Pailliet y Henry, comprende tres grupos o series:

Œsophagostomas.—Vulva próxima al ano; bolsa copulatriz con las costillas posteriores bifurcadas, las centrales hendidas, lo mismo que las anteriores.

Ankylostomas.—Vulva en el tercio posterior del cuerpo; costillas posteriores de la bolsa copulatriz tridigitadas, centrales desdobladas y anteriores hendidas.

Bunostomas.—Vulva en el centro del cuerpo; bolsa copulatriz con costillas posteriores bifurcadas, las centrales desdobladas y hendidas las anteriores.

Al grupo *Œsophagostomas* corresponden los géneros *Œsophagostomum* y *Ternidens;* a los *Ankylostomas* el género *Ankylostomum,* y a los *Bunostomas* los géneros *Necator* y *Bunostomum.*

El *Œsophagostomum Brumpti* Raill et Henry fué hallado por E. Brumpt en un negro pouma, encontrando sólo la hembra no sexuada en el intestino grueso; mide, según Brumpt, 10 milímetros, presentando la cutícula estriada, con la vulva muy cerca del ano, el cual es subterminal. El *Œsophagostomum stephanostomum* Sttoss vive en el intestino grueso del gorila; la variedad *Thomasi* Raill et Henry fué hallada por W. Thomas en el intestino grueso del hombre (Brasil).

Monestier halló en un negro de Magotte el *Ternidens deminutus* Raill, verme de cuerpo grueso, de 9 milímetros de largo, con ancha bolsa copulatriz; esta especie se halla también en los monos asiáticos.

La *Physaloptera caucasica* Linstw ha sido encontrada por Menetries parásita en el hombre (Cáucaso), fácil de diferenciar por presentar la boca con dos labios iguales, cada uno de ellos con tres papilas; extremidad posterior del macho profundamente excavada y en forma de cuchara. Vulva en la parte anterior del cuerpo.

Las dos especies verdaderamente interesantes de la familia son el *Ankylostomum duodenale* y el *Necator americanus*, que a continuación estudiaremos.

Ankylostomum duodenale Dub. (*Dochmius duodenalis* Leuck; *Uncinaria duodenalis* Raill; *Strongylus duodenalis* Schn.; *Sclerostoma duodenale* Cobb.). Fig. 21.

Gusano cilíndrico algo estrechado hacia la parte anterior; color blanco o rosado. Patente el dimorfismo sexual; el macho (A) tiene próximamente un centímetro de longitud, con una bolsa copulatriz en la que las costillas posteriores son *trífidas,* con dos espículas delgadas y salientes; esta parte posterior *(b)* es la más ensanchada del cuerpo; en la parte ante-

rior *(o)* está la boca. La boca, tanto en el macho como en la hembra, forma una cápsula provista de *dos pares de garfios* quitinosos ventrales y dos puntas dorsales. La hembra (B) alcanza 15 milímetros de longitud, por lo tanto, mayor y más gruesa que el macho; vulva *(v)* colocada poco más atras de la mitad del cuerpo; ano *(a)* un poco por delante de una pequeña punta en que termina el cuerpo.

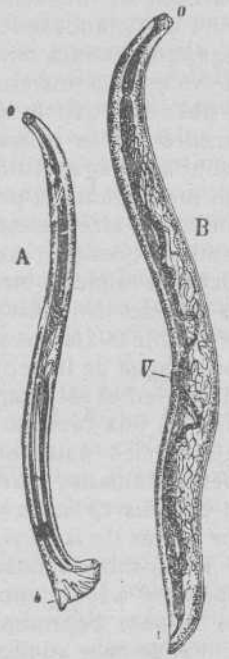


Fig. 21

Especie parásita en el duodeno del hombre, produciendo terrible afección; también se ha encontrado parásita en el duodeno de los monos antropomorfos. Según Looss, puede desarrollarse en el intestino del perro.

La evolución ha sido estudiada por Grassi, Perroncito y otros, y posteriormente por Looss, conociéndose hoy todo el proceso del desarrollo, debido a las interesantes experiencias y trabajos de este último parasitólogo, y a las cuales hemos de referirnos.

Verificada la fecundación, la hembra coloca los huevos; éstos son elipsoidales con débil cubierta, de 60 micras de largo por 40 micras de ancho; presentan, en el momento de la puesta, dos o cuatro, a veces ocho células o blastómeros. Los huevos no evolucionan dentro del intestino humano, y ello es debido, entre otras causas, a que la temperatura del intestino (37°) no le es favorable. Salen los huevos con las materias fecales y van a parar al agua o a la tierra húmeda; si la temperatura fuera inferior a 15° o superior a 35°, la evolución quedaría detenida; pero si la temperatura es intermedia—de 25° a 30°—, escasa la luz y libre circulación del aire, las condiciones resultan admirables para la evolución. Estas condiciones se dan en las galerías de las minas, y explica sea entre los mineros donde la anquilostomiasis es más frecuente.

A las veinticuatro horas de expulsado el huevo y en condiciones de temperatura y humedad, se forma el embrión y sale al exterior rompiendo la cubierta; esta *primera larva* es *rhabditoide*, o sea con dos dilataciones faríngeas, de las cuales la posterior ostenta dientes quitinosos; esta larva mide próximamente un cuarto de milímetro. Según Boycott y Hal-

dane, la larva muere en pocos minutos en una disolución al 2 por 100 de sal común. La larva *rhabditoide*, activísima, a los cinco días sufre una primera mórfosis transformándose en una *segunda larva*, *estrongiloide*, caracterizada porque desaparecen las dilataciones faríngeas y el esófago se hace cilíndrico e iniciándose los órganos sexuales; el tamaño es mayor, llegando a medio milímetro. Verifica otra mórfosis y se envuelve en una membrana fuerte, quística; es activa, movible y, abandonando la tierra húmeda, se la ve ascender por las paredes de las galerías de las minas, hecho observado por Tenhol. El agua pura y la atmósfera saturada de humedad son medios muy a propósito para la vida de estas larvas; en cambio, el aire, resecándolas, las mata en poco tiempo. Según Lambinet, resisten mucho la acción del sublimado, formol, hipoclorito cálcico y otros poderosos antisépticos, lo que explica las grandes dificultades que hay para desinfectar las galerías de las minas. La larva *estrongiloides* llega al intestino humano con el agua de la bebida o *atravesando directamente la piel*, y una vez en el estómago pierde la membrana quística, crece y se inicia una cápsula quitinosa bucal *(tercera larva)*, la cual se hace más patente a los cinco o siete días de estar en el cuerpo humano, y produciéndose otra mórfosis se convierte en una *cuarta larva* con cápsula bucal. Sigue creciendo, y por detrás de la cápsula quitinosa provisional va dibujándose la cápsula definitiva, la cual adquiere el desarrollo próximamente a los quince días. A los veinticinco o treinta días los órganos reproductores alcanzan todo su desarrollo y el animal se hace adulto.

El parasitólogo Looss, a quien se debe los conocimientos que hoy tenemos del proceso evolutivo antes estudiado, ha ideado un procedimiento artificial de cultivo de este y otros parásitos, que es muy curioso: consiste en colocar en una caja de Petri una pequeña cantidad de excremento, con huevos de uncinaria, y mezclarlo con dos o tres gramos de carbón animal pulverizado; se le agrega unas gotas de agua destilada, y con todo ello se forma una masa que se extiende por todo el fondo de la caja. Se coloca la caja en una estufa, al abrigo de la luz, y conservando una temperatura de 27°, y procurando que la masa no se reseque, al cabo de cuatro días, si la humedad no faltó, aparecen multitud de larvas *estrongiloides* muy activas.

El *Ankylostomum duodenale* es especie europea (Alemania, Austria, Italia, etc., etc.) y ha sido diseminada por Africa, Asia y América. El *Necator americanus*, que vamos a estudiar, y que produce una afección igual a la especie ante-

rior, con la que se ha confundido, es de origen asiático y africano y se ha implantado en América, conociéndose casos en Europa. Seguramente las dos especies se harán conmopolitas.

Necator americanus Stiles *(Uncinaria americana* Stiles; *Ankylostoma americanum* Verd.). Esta especie es muy parecida a la anterior, con la que se confunde generalmente; su aspecto y contextura externa es igual al *Ankylostomum duodenale;* la variación y caracteres específicos están en la cápsula bucal y en la estructura de la bolsa copulatriz del macho. La costilla posterior de la bolsa está profundamente partida y cada lóbulo es *bífido*. La cápsula bucal, tanto del macho como la hembra, está formada por *dos láminas* quitinosas ventrales, y por *dos pares* de ganchos dorsales y por tres láminas faríngeas *salientes*. Los huevos son un poco más largos y estrechos que los de la especie anterior, miden unas 70 micras de largo por 30 a 35 micras de ancho. La vida, costumbres y evolución es igual a la especie anterior.

Descubierto y estudiado por primera vez por Stiles en 1902. Luego fué observado por Looss en el Africa Central, por Fülleborn en los negros del Camerum, por Noc en el Asia; en América (Sur de los Estados Unidos), Brasil, Antillas, etc. Se supone, con fundamento, es de origen asiático y africano.

El *Ankylostomum duodenale* y el *Necator americanus* viven en el duodeno humano (Linstow lo encontró, esta última especie, en el chimpancé) y producen la terrible enfermedad conocida con los nombres de *anquilostomosis* o *uncinariosis, anemia de los mineros, tejedores y ladrilleros, tun-tun, clorosis de Egipto,* etc., etc., enfermedad que tiende a esparcirse por todo el mundo, habiéndose dado casos en España de emigrantes y tropas de las que fueron en las Antillas y fueron colonias nacionales.

En 1838 fué descubierto el parásito por Dubini en una joven italiana muerta en Milán; en 1870, Grassi y Parona hicieron estudios serios del parásito y de la grave anemia perniciosa que produce. Aun cuando la enfermedad era ya conocida y temida, no llegó a inquietar hasta el año 1880, en que diezmó a los mineros del túnel de San Gotardo, por el lado de Italia; esta época triste de la historia sanitaria del país italiano fué de gran actividad para los médicos y parasitólogos, distinguiéndose Perroncito, médico encargado por el Gobierno para estudiar aquella terrible epidemia. Ya hemos dicho que modernamente el parasitólogo Looss ha completado los estudios de Grassi, Perroncito, etc., conociéndose ac-

tualmente el proceso evolutivo de los dos parásitos, y, por lo tanto, el medio profiláctico para evitar la afección.

La penetración del parásito en el hombre es por la vía bucal, agua, barro, etc.; también por la vía respiratoria en las minas *(catarro muermoso)*; pero el procedimiento general es por vía directa, atravesando la piel (Looss). Las larvas, puestas en contacto con la piel, penetran rápidamente (en cuatro a cinco minutos), produciendo gran picazón y dermatosis *(urticaria tenebrosa, sarna de los mineros, mazamorra*, etc., etc.); llegan al torrente circulatorio, al corazón derecho, el cual los lanza al aparato respiratorio, y de aquí, con las mucosidades, van al esófago, estómago y, finalmente, al duodeno, donde, mordiendo y perforando la túnica, producen grandes hemorragias y consiguientemente la anemia perniciosa gravísima. La afección, en sus comienzos, suele producir la perversión del gusto, y los enfermos comen tierra, lodo *(geofagia)*, aun cuando Brumpt sospecha que la *geofagia* no sea consecuencia de la enfermedad, sino originaria de ella, pues bien sabido es que en algunas regiones, en el Congo, por ejemplo, los negros venden en el mercado panes de arcilla comestible y que tiene muchos aficionados.

En los países cálidos la enfermedad es siempre grave. Tratada a tiempo, la anquilostomiasis es curable; todo depende de la rapidez y precisión del diagnóstico.

La anquilostomiasis es combatida con éxito con el extracto etéreo de helecho macho o el timol; si se usa el *timol*, hay que proscribir el alcohol, aceite y cloroformo, pues es soluble en estos líquidos, y ya disuelto, tiene acción tóxica sobre el organismo humano.

Sometido a dieta láctea el paciente, por la noche se administra al enfermo en un sello: jalapa, veinticinco centigramos; calomelanos, tres decigramos. A la mañana siguiente, y en ayunas, tomará el enfermo la siguiente fórmula:

Extracto etéreo de helecho macho.....	4 gramos.
Cloroformo.....	3 —
Aceite de ricino.....	40 —

El enfermo permanecerá en cama dos días y en el mayor reposo posible; pasados los dos días, será administrada la siguiente fórmula:

Agua clorofórmica (1 por 100)	400 gramos.
Sulfato sódico.....	40 —

dividida en cuatro dosis y tomadas en una hora (cada quince minutos).

Hermann recomienda que al cuarto día vuelva a administrarse la fórmula del helecho macho.

El timol, si se administra bien, da excelentes resultados; pero ya hemos dicho que es indispensable proscribir en absoluto el alcohol, aceite de ricino y cloroformo, así como también el éter, la glicerina y la esencia de trementina. Esto no debe olvidarlo tampoco el farmacéutico, para no dispensar nunca juntos estos cuerpos medicinales. Sometido a dieta láctea el paciente, la noche anterior tomará un purgante salino (sulfato magnésico, treinta gramos). Por la mañana, al día siguiente, tomará timol, finamente pulverizado, en dosis de un gramo, en sellos, cada hora, sin pasar de diez gramos. A las cuatro horas de tomar la última dosis, debe administrarse otro purgante salino, *nunca aceite de ricino.*

Según Manson, el *naftol*, administrado como el timol, da tan buenos resultados como éste y es menos desagradable. También se recomienda la *doliarina*, principio activo del *Ficus doliaria* Mart., higuera del Brasil, y la esencia de eucaliptus.

FAMILIA TRICOTRAQUÉLIDOS

Familia interesante, caracterizada por presentar el cuerpo bruscamente estrechado en la parte anterior, que es filiforme, o filiforme en la parte anterior y progresivamente ensanchado hacia el extremo posterior. En la parte ensanchada del cuerpo se hallan colocados los órganos reproductores.

Comprende dos especies notables: el *Trichocephalus trichiurus* y la *Trichinella (Trichina) spiralis* Owen, las dos parásitas en el hombre.

Trichocephalus trichiurus L. (*Trichocephalus dispar* Rudol; *T. hominis* Schra.)

Es la especie típica de la familia, estando muy bien marcadas las dos regiones en que está dividido el cuerpo. Gusano holomiario, blanco o ligeramente rosado; el macho, cuya parte filiforme aparece siempre hundida en la mucosa intestinal humana (Leuchart), tiene de treinta a cuarenta y cinco milímetros de longitud, con la porción delgada en espiral; en la porción gruesa, mantenedora de los órganos reproductores (un grueso testículo), aparece una espícula provista de una vaina adornada de vellosidades o espinas apretadas. La hembra es de cuarenta y cinco a cincuenta milímetros, arqueada, de conformación parecida al macho, con un solo ovario y con la vulva situada en el arranque de la parte ensan-

chada del cuerpo. Los huevos son elipsoidales, obscuros, de cuarenta y cinco a cincuenta micras de largos, por veintidós a veinticinco micras de anchos.

Este parásito del hombre vive en el intestino ciego, frecuentemente en el apéndice íleocecal; raro en el colon y rarísimo en el intestino delgado. Según Blanchar, ha sido observado también en los monos. El desarrollo, según Grassi y Calandruccio, es directo, y la infección se verifica por ingestión de los huevos, siendo, por lo tanto, un parásito cosmopolita. Por lo general son poco numerosos (uno a diez) en el colon humano, y viven, implantados por su parte delgada o anterior, en la mucosa intestinal, produciendo una enfermedad llamada *tricocefalosis*, que es frecuentemente anemia perniciosa. Según Bœderer y Wagler, la causa del *morbus mucosus*, que diezmó los enfermos de la tristemente famosa epidemia tifica de Gotinga, fué debida a este parásito. Lo que parece cuestión resuelta es que el tricocéfalo, por su costumbre de implantarse en la mucosa intestinal, inocula el bacilus de Eberth en la capa del intestino y hace estallar la infección tífica. Las complicaciones son siempre graves, principalmente la apendicitis.

Los antihelmínticos (helecho macho, santonina, calomelanos, etc.), carecen de acción sobre este animal. Según Brumpt, sólo el timol en polvo actúa eficazmente sobre el parásito.

Trichinella spiralis Owen (*Trichina spiralis* Owen; *Pseudalius trichina* Davai.) Interesantísima especie observada por primera vez por Peacock en 1828, y estudiado por Owen en 1835. Más tarde Leuckart, Virchow y Zenker (1855-1869) estudiaron la *triquinosis* o afección gravísima producida por este parásito en el hombre.

Vermes holomiarios, de color blanquecino, filiformes, casi microscópicos, de cuerpo gradualmente abultado hacia la parte posterior; hembra más grande que el macho, de unos dos milímetros de larga por cincuenta micras de ancha; vulva situada en el tercio anterior del cuerpo. *Vivípara*. Macho de milímetro y medio de largo por cuarenta micras de ancho; está desprovisto de espículas, pero presenta en la parte posterior del cuerpo dos apéndices, que sirven para la cópula.

La triquina sexuada vive en el intestino delgado del hombre, cerdo y rata; en estado larvario en los músculos, formando quistes. Experimentalmente han sido infestados de triquina el conejo, cobaya, caballo, perro, gato, etc., y, en general, todos los mamíferos son sensibles al parásito.

La evolución normal de la triquina es entre la rata y el

cerdo; de este último la adquiere el hombre. La infección se verifica siempre en la fase larvaria; es decir, cuando el parásito se halla en los músculos; la propagación en las ratas, de unas a otras, es frecuentísima por la costumbre que tienen estos roedores de comer cadáveres de la misma especie; y la infección de la rata al cerdo porque este animal en las cua-

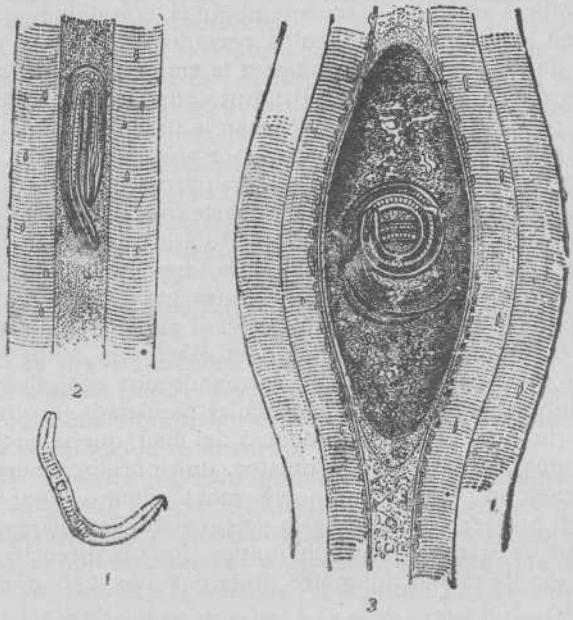


Fig. 22

dras, zahurdas y muladares, donde hay ratas muertas, son comidas por el cerdo. El hombre adquiere la triquina del cerdo comiendo embutidos y jamón crudos o carne fresca de cerdo en condiciones en que no fué destruído el parásito.

Supongamos que el cerdo come las ratas, y éstas tienen el parásito. Llegan las larvas al estómago del cerdo; a los dos días, las larvas alcanzan el estado adulto o sexuado, y ya pueden observarse machos y hembras unidos en cópula. Los huevos, *dentro del útero,* tienen unas 15 a 20 micras de magnitud; estos huevos se rompen y dejan libres en el útero los embriones. A los cinco días de la fecundación, o sea *a los siete días de la infección*, las hembras emigran al intestino y allí verifican la puesta de los embriones *(vivípara)*. Los embriones (fig. 22, núm. 1) un poco más ensanchados en la parte

posterior son cilindráceos, de 90 a 100 micras de largos por cinco micras de anchos; estos embriones quedan depositados en la submucosa intestinal, y van emigrando pasivamente a los músculos por la vía linfática. La emigración por la vena porta debe ser muy rara; hay quien supone, sin fundamento, que la emigración de los embriones puede verificarse activamente por el tejido conjuntivo. El hecho indiscutible es que las hembras se hallan frecuentemente (Derfontaine y Askanary) en los ganglios y folículos cerrados, y también en las placas de Peyer, lo que demuestra la emigración de los embriones por la vía linfática. Brumpt, con gran fundamento, afirma que los embriones atraviesan la pared intestinal y llegan a la cavidad del peritoneo, y por el canal torácico llegan al corazón derecho; por la pequeña circulación alcanzan el corazón izquierdo, y éste los reparte por todo el cuerpo, abandonando los capilares y llegando a los músculos de fibra estriada, menos al corazón. Ya en la fibra estriada (núm. 2), ésta, en presencia del parásito, sufre gran irritación, y se produce fuerte proliferación celular; el parásito se encorva y aumenta de tamaño, alcanzando el máximum a los quince días próximamente. Se arrolla formando una espiral, y el tejido ambiente, el de la fibra muscular parasitada, produce un quiste de forma de limón, dentro del cual queda encerrada la triquina (núm. 3). Estos quistes, que por lo general sólo mantienen un parásito, aunque a veces, según Owen, Chatin y otros, pueden contener hasta seis o siete ejemplares, están situados de manera que el eje mayor sigue la dirección de la fibra, son de medio milímetro de largos por 250 micras de anchos.

Los quistes en la carne del cerdo, al pasar varios meses, se calcifican y mueren; pero hay casos, y no raros, en que las larvas enquistadas pueden vivir algunos años. Sometida la carne a 60°, las triquinas mueren; pero cuando los trozos de carne son gruesos, siempre quedan en el interior zonas crudas, que son precisamente las más peligrosas. Las salmueras y condimentos sólo tienen una muy relativa acción parasiticida.

La investigación de la triquina en la carne de cerdo es problema relativamente sencillo; los muy prácticos, a simple vista pueden reconocer los quistes, apareciendo como puntitos blancos, redondeados, como cabezas de alfiler. Estos quistes no deben confundirse con ciertas costras o manchas blancas, comunísimas en los jamones, y en general en la carne de cerdo, ya que ellas son depósitos de infiltración calcárea. Con una lupa se distinguen admirablemente.

Disgregada la carne o trocito de jamón con un estilete, se coloca en un portaobjeto y se mira al microscopio con objetivo de pequeño aumento; con la pipeta se agrega a la carne una gota de agua, y el parásito empieza a moverse. Si el quiste está calcificado debe agregarse agua débilmente acidulada con ácido clorhídrico o acético. La forma de limón del quiste y el arrollamiento en espiral del parásito son característicos e inconfundibles.

La presencia de la triquina en el hombre produce la grave afección conocida con el nombre de *triquinosis*; esta enfermedad la adquiere el hombre comiendo carne de cerdo en condiciones que el parásito no esté destruído. La larva enquistada llega al estómago del hombre; se disuelve el quiste, y el parásito queda en libertad; a las cuarenta y ocho horas se hacen adultos y verifican la fecundación; a los siete días pasan al intestino y depositan las larvas en la submucosa, las cuales pasan a la vía linfática En este período el paciente suele estar atacado de fuerte diarrea. Los parásitos adultos y reproducidos mueren, y salen al exterior con las materias fecales. Las larvas ascienden al corazón por el canal torácico, y distribuídas así por el cuerpo humano llegan a los músculos y se enquistan. Como vemos, la evolución en el hombre es igual a la estudiada en el cerdo.

Cuando se ha ingerido gran cantidad de triquinas y llegan al intestino, pueden producir trastornos graves, gran inflamación catarral y abundante hemorragia; este caso es muy raro en el hombre; pero es a veces tan violento que, en uno o dos días, produce la muerte. Al séptimo día de infección, cuando los embriones atraviesan la mucosa del intestino, aparece fuerte fiebre e intensos dolores reumatoides y gran dificultad en la respiración. A los veinte días, o sea cuando las larvas empiezae a enquistarse en los músculos, el enfermo se edematiza, cae en una gran postración, en estado de caquexia extremada, que frecuentemente termina con la muerte. Hay casos de curación; pero cuando la infección es intensa, es muy difícil pueda resistirla el paciente.

El tratamiento médico es muy útil en los primeros días; de éxito seguro antes del quinto o sexto día de infección; es decir, antes de la puesta de los individuos sexuados, y de que los embriones atraviesen el intestino. El timol pulverizado en sellos de un gramo (ocho sellos), administrado en ocho horas consecutivas, es medicamento específico. Pasado el septenario toda medicación es ya inútil, y sólo debe atenderse por todos los medios a sostener las energías vitales del paciente.

FAMILIA FILÁRIDOS

Gusanos polimiarios de cuerpo largo, cilíndrico, filamentoso, con la boca triangular o redondeada provista de papilas o labios; machos con el extremo posterior incurvado o en espiral, a veces con expansiones cuticulares laterales. Vulva en el extremo anterior, casi siempre próxima a la boca. En el proceso evolutivo de estas especies, por lo menos las conocidas, se necesita un huésped intermedio, que puede ser insecto o crustáceo.

Comprende dos géneros interesantes: *Filaria* y *Dracunculus*.

Filaria Brancrofti Cobb. (*Filaria sanguinis hominis* Lew.; *Filaria nocturna* Mans.) Descubierta por Brancroft en 1876, aun cuando antes (1863) Demarquay había conocido las microfilarias.

Vermes de movimientos vivos, filamentosos, capilares, blancos, transparentes, un poco estrechados hacia los dos extremos; boca desprovista de papilas o labios. Hembra siempre mayor que el macho, de 9 a 10 centímetros de larga por 250 micras de ancha; vulva situada próximamente a un milímetro de la boca; dos tubos uterinos visibles por transparencia; ano situado a un cuarto de milímetro del extremo posterior. Macho de 4 centímetros de largo por 100 micras de ancho; parte posterior del cuerpo arrollado en forma de barrena; orificio cloacal a poco más de una décima de milímetro del extremo posterior, con dos espículas desiguales y salientes. Animales ovo-vivíparos.

Vive esta especie en el sistema linfático humano, junto a los ganglios, en las várices linfáticas y en las dilataciones quísticas periféricas, apareciendo las *microfilarias*, en ciertos períodos, en el torrente circulatorio sanguíneo periférico.

El proceso evolutivo es muy curioso: fecundados los óvulos, se producen unos huevos provistos de fina membrana que ocupan los tubos uterinos; los embriones se extienden en la membrana ovular que, al fin, les sirve de vaina y salen al exterior. Hay casos en que los huevos abandonan la madre sin estar desarrollados, prematuramente, y entonces, según Manson, es cuando se produce en los atacados, en los enfermos, un éstasis linfático que caracteriza la elefantiasis, que luego indicaremos.

El embrión, según hemos dicho, fuera de la madre, está provisto de una vaina finamente estriada, más larga que el

embrión, y mide 300 micras de longitud por 8 de anchura; redondeado en la parte anterior; aguzado en la posterior y con la vaina en este extremo algo curvada. En el espesor del embrión, según Brumpt, aparecen gran cantidad de núcleos y seis manchas claras, de forma y disposición distinta, que corresponden a órganos rudimentarios. Según Sonsino, la vaina del embrión no es envoltura ovular, y sí una muda o túnica de mórfosis, fundándose, entre otros hechos, en que tanto la vaina como la cutícula embrionaria presenta finas estrías.

Manson ha descubierto el hecho curioso de que los embriones o *microfilarias* viven en los vasos profundos durante el día y en los vasos sanguíneos periféricos durante la noche. Según Mackenzie, esto se halla relacionado con el sueño del paciente, y tanto es así, que si el atacado hace la vida de noche y duerme en el día, las filarias vacilan y desorientan, haciéndose al fin diurnas. Linstow supone que el paso del parásito de la corriente linfática al torrente sanguíneo es debido al aumento del calibre de los capilares cutáneos durante el sueño; Scheube explica el fenómeno diciendo que el trabajo muscular impide durante el día el paso de los embriones. Todas estas teorías carecen de positivo fundamento. Es muy posible que estas emigraciones periódicas estén relacionadas con los procesos bioquímicos que producen el sueño.

La *microfilaria* evoluciona en los mosquitos anofélidos y culícidos (*Myzomhyia Rossi, Myzorhynchus sinensis, Culex pipiens, Stegomia calopus, Mansonia uniformis*, etc., etc.), habiéndose demostrado experimentalmente que el *Anopheles maculipennis*, o mosquito del paludismo, es inerte para la filaria. Durante el sueño, los mosquitos pican al hombre y, al chupar la sangre, con ella pasan las microfilarias al estómago del díptero, y allí pierden la vaina o muda; atraviesan la pared intestinal y llegan a la cavidad general y a los músculos torácicos. Pasados diez o quince días, según la especie de mosquito y temperatura ambiente, las microfilarias se transforman en larvas con aparato digestivo, de 2 milímetros de largas por 30 micras de gruesas; una vez así formadas vuelven a la cavidad general, y de aquí a la trompa o pico bucal, adonde se establecen en gran número. Si el mosquito pica al hombre, le inocula las larvas, las cuales marchan a los vasos linfáticos y se hacen sexuadas, cerrando el ciclo evolutivo. Esta evolución fué descubierta en el año 1877 por Manson, completando el estudio en unión de los parasitólogos Low y Bancroft.

La presencia de esta filaria en el hombre produce una afección llamada *filariosis* o *hematuria de los árabes*, siendo

causa también de la *elefantiasis* y otras enfermedades del aparato linfático, como son el *linfoescrotum, várices linfáticas, linfangitis, adenolinfoceles, adenitis*, etc. Ya hemos dicho que, según autorizada opinión de Manson, el éstasis linfático generalizado que especifica la elefantiasis, es debido a la obliteración de los ganglios por los *huevos* filáricos expulsados prematuramente. Cuando se aglomeran los parásitos en gran número en el canal torácico o en los vasos linfáticos, pueden obrar como embolias o trombus gravísimos. La enfermedad es siempre grave; las pérdidas de linfa o de quilo por la orina (*hematuria*) o el derrame de estos líquidos en las cavidades serosas agotan rápidamente a los enfermos. Los enfermos que abandonan las zonas endémicas (Egipto bajo, Madagascar, San Mauricio, Reunión, China, Japón, etc.) pueden curarse espontáneamente por muerte de los parásitos. En España se han dado varios casos en el litoral levantino, teniendo tendencia a la propagación.

No se conoce tratamiento específico parasiticida; las inyecciones de suero antiestreptocócico y de cloruro férrico parece que dan buen resultado; en la hematuria o hematoquiluria se emplean las inyecciones de tanino al 2 por 100. En la elefantiasis del escroto—muy general—y várices linfáticas, sólo es recomendable la intervención quirúrgica.

Filaria loa Guy. (*Filaria oculi* Ger.; *Filaria diurna* Mans.; *Dracunculus loa* Cobb.)—Cuerpo blanco, cilíndrico y con abolladuras o concavidades; boca inerme, sin formaciones papilosas. Macho de 3 centímetros de largo por menos de medio milímetro (350 micras) de grosor, con el extremo posterior algo incurvado, y presentando a unas 80 micras del ápice la abertura cloacal, que es muy característica; en efecto, sobresalen de la cloaca dos espículas desiguales y presenta por delante del poro cuatro paredes de papilas y dos papilas postanales muy desarrolladas. La hembra tiene de 5 a 6 centímetros de longitud por medio milímetro de ancho; ano sobre una papila prominente; vulva a dos milímetros de la boca. Ovovivípara.

Vive en el tejido celular subcutáneo del hombre, en las paredes de las vísceras, en el pericardio (Brumpt), etc., etc. Especie muy movible que cambia de sitio con frecuencia. Los embriones aparecen en el sistema linfático y en el torrente circulatorio sanguíneo.

Las *microfilarias* salidas del útero materno, de un cuarto de milímetro de largas por 6 a 8 micras de anchas, están protegidas por la vaina ovular o muda de la mórfosis (Sonsino), con cinco espacios o manchas, y corpúsculos celulares grue-

sos. El cuerpo es sinuoso, característico. Según Brumpt, las microfilarias emigran a los capilares sanguíneos durante el día, alcanzando el máximum de una a dos de la tarde, recogiéndose hacia el interior durante la noche; es decir, que la periodicidad emigrante está invertida con respecto a la especie anterior. ¿Cuáles son las causas? La evolución se verifica por intermedio de anofélidos y culícidos de Africa, pudiendo ser también inoculadores ciertas moscas y tábanos.

Esta especie es propia del Africa Ecuatorial (Golfo de Guinea, Sierra Leona, Angola). Transportada a América, no se ha aclimatado. Cuando está situada debajo de la piel (filaria adulta) produce edemas fugaces y pruriginosos *(calabar swellings)*. Es frecuente en los párpados, en la conjuntiva; pero nunca produce trastornos graves. La localización en el ojo es naturalmente peligrosa; pero esto es muy raro.

La *Filaria volvulus* Leuck tiene el cuerpo liso, sin concavidades: el macho es de tres centímetros; la hembra, mayor que el macho, pero indeterminada su longitud, por estar entrelazada en un tejido duro, escleroso; vulva en el extremo anterior; parte posterior del macho, arrollada sobre sí misma, con la cloaca protegida por dos espículas curvas y tres papilas a cada lado. Vivíparos.

Vive, en su origen, en los linfáticos del hombre, y luego en tumores esclerosos, subcutáneos, en los cuales se apelotonan las filarias. Según Brumpt, debe ser la *Glossina palpalis* el agente donde evoluciona el parásito. Descubierta por Leuckart, en 1893, en Costa de Oro; luego ha sido hallada en Sierra Leona, Congo belga y Camerum.

La *Filaria perstans* Mans. (*Filaria sanguinis homini minor* Mans.) se diferencia fácilmente por tener en la parte posterior del cuerpo una expansión cuticular doble: machos, de 4 centímetros de largo; hembras, de 7 centímetros; los demás caracteres, muy próximos a la especie anterior. Vivípara. Vive en el mesenterio y sobre la cápsula renal del hombre; pero no tiene acción patológica. Es del Africa occidental; también es conocida en la Guyana inglesa (América).

Filaria juncea Raill.—Se desconoce el macho; la hembra es de 6 a 8 centímetros y fué encontrada por Galgey en el mesenterio de un hombre de Santa Lucía. Tampoco es patógena.

Filaria Ozzardi Mans.—Según Penel, es igual a la *Filaria Demarquayi;* fué hallada por Daniels en el conjuntivo subperitoneal de un indio (Guyana inglesa).

Filaria Magalhaesi Blanch.—Macho, de 8 centímetros; hembra, de 15 centímetros; encontrada por Figueira Saboia

en el ventrículo izquierdo del corazón de un niño (Brasil).

Filaria Taniguchii Penel.—El macho es desconocido; la hembra tiene 7 centímetros de largo por 200 micras de ancho; la boca con rodetes que simulan labios divididos en cuatro lóbulos y con dos pares de papilas a cada lado. Hallada por Taniguchi en un ganglio infartado de la ingle de un japonés. Se supone, sin gran fundamento, que su acción patológica es idéntica a la *Filaria Brancrofti;* pero es especie digna de estudio.

Filaria immitis Leidy, del perro, lobo y zorra, fué citada en el hombre por confusión; *Filaria lentis* Diesing, de muy incompleto estudio, ha sido citada en el cristalino humano; *Filaria Powelli* Penel, cuyo embrión ha sido citado por Powell en un hombre atacado de sarna (Bombay). Muchas otras especies han sido citadas (*Filaria romanorum* Sarc., *F. inermis* Grass., *F. restiformis* Leid., *F. lymphatica* Trent., etc., etc.); pero todas ellas necesitan estudios muy detenidos antes de ser admitidas en la clasificación.

Dracunculus medinensis Velsch. (*Filaria medinensis* Velsch.) Llamada comúnmente *filaria de Medina* y *Dragoncillo.*

Los machos no eran conocidos: fueron descubiertos por Charles en la India: miden 4 centímetros de longitud; posteriormente Leiper lo ha obtenido experimentalmente en un mono, teniendo sólo un tamaño de 22 milímetros.

La hembra llega a alcanzar un metro de longitud, generalmente un poco menos (80 a 90 centímetros), filiforme, de 1 a 2 milímetros de anchura. La extremidad anterior presenta un *escudo cefálico* o abultamiento cuticular, rugoso, en cuya parte media se abre la boca, de forma triangular; en la boca se ven dos pronunciadas papilas, una dorsal y otra ventral; también pueden observarse en los ejemplares adultos dos papilas laterales más pequeñas. La parte posterior del cuerpo es obtusa e incurvada. La vulva *debe estar*, si existe, fuera del escudo cefálico; pero no aparece. Tampoco existe ano en las hembras adultas, así como el tubo digestivo queda eliminado por compresión del útero al cargarse de infinidad de embriones. Animal vivíparo.

Especie típica, genuinamente parásita del tejido conjuntivo subcutáneo del hombre. Ha sido citada en el caballo, perro, leopardo, etc., seguramente por confusión con otros parásitos.

El explorador ruso Fedtshenko ha estudiado la evolución de este parásito: la hembra expulsa los embriones, que quedan en el pus y en los trapos o vendajes que cubren las heridas o

flictemas ulcerosas producidas por el gusano. Estos embriones o *microfilarias* son tricocefaliformes, muy adelgazados en un extremo y gruesos en el opuesto o anterior; miden medio milímetro de largos por 10 a 25 micras de anchos. Con el pus o con los vendajes llegan al agua y buscan a un crustáceo copépodo diminuto, el *Cyclops coronatus*, de aguas dulces y muy frecuente; penetran activamente, atravesando la cutícula hasta llegar a la cavidad general. Los embriones que penetran por la boca mueren en el estómago del crustáceo. Ya en el interior, los embriones crecen y sufren varias mórfosis, y al cabo de treinta días llegan a todo su desarrollo. Con el agua llegan otra vez al hombre, si con ella pasaron los crustáceos infestados.

La filaria de Medina en el hombre produce una afección denominada *dracunculosis*, enfermedad de lento desarrollo, pues desde que las filarias llegan al hombre, hasta que aparecen en la piel, transcurren diez o doce meses. La dracunculosis se acusa por un cordón duro subcutáneo en los brazos, piernas, etc., y en él una picazón intensa; cuando la hembra va a poner las microfilarias se produce una flictema o herida ulcerosa, en el fondo de la cual se ve la cabeza de la filaria; pronto se observa que por detrás de la cabeza se forma una especie de hernia, que al fin se rompe y deja libres infinidad de microfilarias o embriones; esta expulsión de embriones se repite varias veces.

La dracunculosis se cura con la extracción del parásito; Emili recomienda inyecciones de cloruro mercúrico al 1 por 1.000 en el trayecto de la filaria, y extraerlo al día siguiente, lo que es fácil; Beclère recomienda cloroformizar, por inyección, la filaria, y luego extraerla cuidadosamente. Los indígenas (asiáticos y africanos) lo sacan por la herida atrayéndolo lentamente y arrollándolo a un trozo de madera; este procedimiento primitivo, muy generalizado, tiene el inconveniente que, si al extraer la filaria se rompe, los embriones se difunden por el cuerpo y producen anquilosis o artritis supuradas.

Es frecuente la dracunculosis en Arabia (Medina), costa del mar Rojo, valle del Nilo, Gabon, Mauritania, en Persia, Turquestán, Indias, etc.

A la familia *Gnatostómidos*, cuyos caracteres dimos en el cuadro general, corresponde el *Gnathostomum siamense* Levinsen, de cuya especie sólo es hasta ahora conocida la hembra. Boca con dos labios: uno dorsal, y el otro ventral; cabeza subglobosa, más estrecha que el resto del cuerpo y con ocho filas circulares de espículas; vulva colocada inmediatamente

detrás del centro del cuerpo. El único ejemplar que se conserva, y que fué recogido por Levinsen, mide nueve milímetros de longitud por un milímetro de anchura. Este ejemplar fué extraído de un tumor subcutáneo de la región mamaria en un hombre enfermo. Se supone, sin embargo, que es parásito intestinal.

La familia *Anguilúlidos*, cuyos caracteres ya hemos dado, comprende varias especies; el *Rhabditis Niellyi* Blanch, cuyas larvas *rabditoides* (esófago bibulboso) han sido halladas por Nielly en un joven atacado de papulosis; también el *Rabditis pellio* Schenider ha sido encontrado accidentalmente en el hombre.

La *Anguillula aceti* Müll., que vive en el vinagre del vino, también puede accidentalmente encontrarse en el hombre. El *Thylenchus tritici* Neidh. vive en el trigo atacado de tizón; el *T. dipsaci* Kühn. sobre las cardenchas; también es muy común la *Heterodera Schachtii* Schm., que vive en las raíces del trigo, cebada y remolacha.

FAMILIA ANGIOSTOMIDOS

Grupo interesante de nematoideos por sus costumbres y formas *rhabditoides* y *estrongiloides* que presentan. Las formas parásitas son *estrongiloides* (esófago subcilíndrico, largo), mientras que las formas libres son *rhabditoides* o con esófago bibulboso, el anterior inerme y fusiforme, el bulbo posterior con una armadura dentada y de forma globular; estos últimos—las formas rhabditoides—viven como saprozoitos en la tierra cargada de materia orgánica y en los materiales orgánicos en descomposición.

STRONGYLOIDES STERCORALIS Bavay *(Leptodera intestinalis* Cobb.; *Anguillula intestinalis* Bavay; *Rhabdonema intestinale* Blanch.)

En esta especie hay que distinguir dos formas: una libre *(rhabditoide)*, y otra parásita *(estrongiloide)*.

1.ª Forma libre o *rhabditoide*. Cuerpo liso estrechado en los dos extremos, más en el posterior que en el anterior; boca con tres pequeños labios; esófago con dos bulbos: el anterior, largo; el posterior, piriforme y con una prominencia quitinosa en forma de Y. Machos poco menos de un milímetro, con el extremo posterior incurvado, con dos espículas canaliculadas en el orificio cloacal; hembra poco mayor que el macho, con la vulva situada algo por detrás del centro del cuerpo.

2.ª Forma parásita o *estrongiloide*. Cuerpo finamente es-

triado, estrecho en la parte anterior y algo ensanchado en la posterior; la hembra mide dos milímetros de largo por 35 micras de ancho. Boca con tres pequeños labios, esófago subcilíndrico, muy largo, de medio milímetro de longitud próximamente. Vulva en el tercio posterior del cuerpo. Ovíparos.

La forma *estrongiloide* vive parásita en las paredes del intestino delgado del hombre y de los monos del género *Macacus*, en los cuales no ejerce, al parecer, acción patológica.

La evolución ha sido estudiada por von Durme, Marzocchi y otros. La forma *estrongiloide* intestinal es asexuada, y da por partenogénesis huevos amarillo verdosos, elipsoidales, de 50 a 60 micras de largos por 30 a 35 micras de anchos; estos huevos en el intestino humano, o más frecuentemente en el exterior, producen larvas *rhabditoides*, las cuales, después de la mórfosis, si están a una temperatura superior a 20° o 25°, se transforman en machos y hembras, y si la temperatura es inferior a 15°, las larvas *rhabditoides* directamente se transforman en *estrongiloides*. En el primer caso, previa fecundación, las hembras ponen huevos, de los cuales salen *segundas larvas rhabditoides*, que después de una mórfosis se transforman en larvas *estrongiloides*, que, penetrando por la piel o por la boca, llegan al intestino humano constituyendo la forma intestinal asexuada, que por partenogénesis vuelve a producir huevos.

La presencia de este parásito en el intestino humano produce una diarrea llamada *anquilulosis*, y fué considerado el parásito, equivocadamente, como el agente productor de la *diarrea de Cochinchina*. El timol en polvo es medicamento específico contra este parásito. No es raro este parásito en Europa; son muchos los casos observados en las regiones meridionales (Italia, Francia, seguramente en España, etc.), y en Alemania, Holanda y Bélgica.

El orden *Nematomorfos* está formado por gusanos de cuerpo cilíndrico, alargado, filiforme, a veces parecido a un cabello, y con mucha frecuencia bifurcado en el extremo posterior. El aparato digestivo existe en las fases larvarias, pero se atrofia en los individuos adultos; a veces persiste *(Mermítidos)*. Villot observó en estos animales un cordón ventral con los extremos abultados y es representación del sistema nervioso. Los sexos están separados, presentando las aberturas sexuales en las partes posteriores del cuerpo.

La evolución es muy complicada; para verificar el des-

arrollo tienen que emigrar de unos huéspedes a otros. Necesitan, por lo general, dos huéspedes: uno, el primero, es un insecto; el segundo, un molusco o pez. Si con el agua llegan al tubo digestivo del hombre, evolucionan en él y producen trastornos de alguna consideración. La primera larva, que tiene aparato digestivo, se desarrolla en las larvas de ciertos insectos *(efeméridos)*, pasando a los moluscos o peces, donde sufren nuevas mórfosis y, atravesando el cuerpo hasta llegar al aparato digestivo, salen al exterior y se hacen sexuados.

El parasitismo en el hombre es siempre accidental.

A los *Górdidos*, genuinos Nematomorfos, corresponde el *Gordius aquaticus* Duj., frecuente en las aguas de los arroyos y fuentes; tiene bastante longitud, como un cabello, y produce unos movimientos ondulatorios lentos y poco perceptibles. Es especie vulgar, con la que los arrieros han formado la historieta de suponer que las cerdas de la cola o crin del caballo, puestas en determinadas condiciones en el agua, adquieren vida y movilidad. Esta especie en estado larvario, así como el *Gordius chilensis*, *Paragordius varius* y *Paragordius tricuspidatus* y el *Parachordes violaceus*, *Chordodes alpestris* y otros, llegando al aparato digestivo del hombre, produce accidentalmente trastornos gastrointestinales parecidos a los ocasionados por los helmintos.

A todas estas especies se las denomina *gordianas* por la costumbre que tienen de mezclarse varios individuos formando pelotones muy enredados y *nudos gordianos*, a lo que alude el nombre del grupo.

También aquí se incluyen los *Mermítidos*, diferenciados de los Górdidos porque persiste el tubo digestivo; el *Mermis nigrescens* Duj. aparece a veces sobre la tierra húmeda formando grandes masas, dando origen a famosas leyendas de la *lluvia de gusanos*.

Orden Acantocéfalos.—Gusanos redondos, con arrugas cuticulares transversas, que no transcienden al interior, pero con poros manifiestos. Sin aparato digestivo en todas las edades; presentan en la parte anterior del cuerpo o cabeza una trompa protráctil con espinas—a lo que alude el nombre—que les sirven de fijación en los animales sobre los que viven. A los lados de la trompa y en la cavidad del cuerpo se observan unos órganos piriformes *(lemniscos)* u órganos excretores destinados a proyectar la trompa. En el fondo de ésta hay un ganglio formado por gruesas células de donde parten los nervios.

Unisexuales; los órganos reproductores están flotando en la cavidad general y están sujetos por un ligamento. Las metamorfosis son complicadas; los huevos son elipsoides, están protegidos por tres cubiertas y mantienen un embrión adornado de ganchos; las larvas se desarrollan en los insectos, crustáceos, peces y mamíferos; en estado adulto se hallan, generalmente, en el intestino delgado de los vertebrados, algunos parásitos en el hombre.

El *Echinorynchus polymorphus* Brems. vive en el intestino del ganso y otras aves; el *E. proteus* West., en el intestino de numerosos peces de aguas dulces.

Parásitos en el hombre se conocen dos especies que vamos a estudiar a continuación.

Gigantorhynchus gigas Gœre (*Tænia hirudinacea* Pall.).

Gusanos aplastados, blancos, teniformes, con patente estriación cuticular transversa, y que no se refiere a segmentación orgánica; trompa protráctil, provista de cinco, a veces seis, coronas de ganchos quitinosos, curvos y dirigidos hacia atrás. Hembra, de 25 a 35 centímetros de larga; macho más pequeño, de 6 a 10 centímetros, con la parte posterior obtusa y con una bolsa copulatriz en forma de campana. Vulva en el extremo posterior del cuerpo. Huevos elipsoidales, con tres cubiertas que encierran un embrión con ganchos; estos huevos miden de 80 a 100 micras de largo por 45 a 50 micras de ancho.

La evolución normal se verifica entre la larva del *saltón* o del *ciervo volante* (coleópteros) y el cerdo. Según Kaiser, la larva de la *Cetonia aurata*, tan común, es uno de los huéspedes intermediarios más frecuentes del parásito.

Habitualmente vive parásito en el intestino delgado del cerdo y del jabalí. Según Lindemann, se conocen casos en el hombre que habita en las riberas del Volga.

El *Gigantorhynchus moniliformis* Bremser, fácil de distinguir por presentar el cuerpo con una serie continuada de abultamientos, a lo que alude el nombre específico; macho de 4 a 5 centímetros, hembra de 7 a 10 centímetros de longitud. Embrión estriado y cubierto de espinas, encerrado en un huevo elipsoidal de 85 micras de largo por 45 micras de ancho. La evolución normal es entre el *Blaps mucronata* (coleóptero) y las ratas o lirones, y en estos animales no es raro en Italia y España. Ha sido citado por Grassi y Calandruccio, parásito en el hombre.

CLASE ANELIDOS

Gusanos normales con segmentación bien manifiesta y cuerpo de forma cilindrácea; sistema nervioso y aparato digestivo bien desarrollados.

Tienen el cuerpo prolongado cilíndrico (Quetópodos) o algo aplanado por la cara ventral (Hirudínidos); pero aun en este último caso, dominando la forma cilindrácea.

La cutícula no es continua, sino que presenta depresiones transversales que forman la segmentación externa o meridios; esta segmentación puede corresponder con la interna o zoides (Quetópodos en general), o, por el contrario, existir mayor número de anillos cuticulares que segmentos internos (Hirudínidos). Por excepción los Arqueanélidos carecen de segmentación externa.

Pueden o no existir apéndices exteriores; pero aun en el caso de que existan, aquéllos nunca son articulados, como ya dijimos al tratar de los gusanos en general; los apéndices son por lo común cerditas colocadas sobre mamelones carnosos o en depresiones de la cutícula; muchas especies, la inmensa mayoría de los Hirudíneos, carecen de cerditas, y en su lugar aparecen ventosas de fijación.

Como estos animales tienen el cuerpo blando y la dermis muy fina, presentan gran cantidad de folículos subcutáneos que segregan materia como mucilaginosa, lubrificante, que es la que impide la resecación o maceración de los tejidos. Las fajas musculares, lo mismo longitudinales que transversales, están bien desarrolladas, a lo que son debidas las rápidas contracciones que pueden experimentar estos gusanos.

Existen aparatos excretor, circulatorio, digestivo y nervioso, que estudiaremos en lugar oportuno. En muchos existe aparato respiratorio branquial (casi todos los Quetópodos), pudiendo no haber órganos especiales de la respiración (Hirudínidos), verificándose entonces esta función por ósmosis a través de la piel.

Unos tienen los órganos reproductores masculinos y femeninos reunidos en el mismo individuo (sanguijuelas, lombriz de tierra, etc.), necesitando, sin embargo, del concurso de otro individuo para la fecundación (*andróginos*), siendo otros unisexuales (la mayoría de los Poliquetos). Se conocen casos de generación alternante y de reproducción por escisión. Viven en las aguas o sitios húmedos, rara vez parásitos.

Comprenden los anélidos tres subclases:

Sin segmentación externa, o si existe, aparece con escasa diferenciación		*Arqueanélidos.*
Segmentación externa bien manifiesta	Con ventosas	*Hirudínidos.*
	Sin ventosas	*Quetópodos.*

Arqueanélidos.—Está constituído el grupo por unas pocas especies que parecen ser las formas primitivas de los anélidos, las primeras que aparecieron en la vida. El cuerpo de estos animales es alargado, no mostrando segmentación cuticular; sin embargo, la cavidad general está dividida en anillos o segmentos, sólo que no trascienden al exterior.

En la extremidad anterior del cuerpo o cefálica existen dos pequeños apéndices denominados *antenas*. Hay aparato digestivo con boca y ano opuestos. Tienen sistema de órganos segmentarios y un aparato circulatorio constituído por dos tubos dispuestos en sentido longitudinal, uno dorsal y el otro ventral; sangre roja y sin hematíes.

Sistema nervioso constituído por un ganglio cefálico, collar esofágico y cordón infraintestinal sencillo.

Unisexuales o hermafroditas; en el desarrollo, que es bastante complicado, pasan por la *larva de Loven* o trocosfera, con boca lateral y ano apical, estómago sumamente desarrollado y con una masa ganglionar en el polo superior; la trocosfera, que tiene aspecto piriforme, se alarga luego y adquiere forma parecida a una seta, con pedúnculo y sombrerillo. Especies marinas.

Varias son las especies incluídas en el grupo de los Arqueanélidos, todas ellas de sumo interés científico; como formas típicas pueden citarse el *Polygordius Villoti* (unisexual) y el *Protodrilus purpureus* (hermafrodita).

SUBCLASE HIRUDINIDOS

Con segmentación interna y externa que no se corresponden; con ventosas y sin apéndices generalmente.

La forma del cuerpo de estos seres se diferencia notablemente de la que presentan los restantes anélidos; teniendo en cuenta que son aplanados por la cara ventral, aunque redondeado el cuerpo por la parte dorsal, y que presentan dos ventosas, una anterior, rodeando la boca o junto a ella, y otra posterior, próxima al ano, algunos naturalistas estudian los hirudínidos *(discóforos)* en los Platelmintos, junto a los Tre-

matodes, con los que sin duda tienen grandes relaciones; la diferenciación del sistema nervioso en los hirudínidos los separa de los Platelmintos y los aproxima a los Quetópodos, junto a los cuales aparecen hoy en la clasificación.

Cuerpo blando, suave al tacto, debido a la substancia viscosa que los lubrifica y que, como ya dijimos, es segregada por multitud de folículos subcutáneos; sin apéndices o rara vez con ellos *(Hitriobdella);* como órganos de fijación presentan dos ventosas, colocadas en los extremos del cuerpo, pudiendo existir hasta dos ventosas posteriores colocadas sobre pedúnculos *(Saccobdella Nebaliæ);* esto es, sin embargo, una excepción, pues lo normal es que las ventosas sean sentadas y no pedunculadas.

Los anillos cuticulares son pequeños, en gran número y bien patentes; los anillos o segmentos interiores son grandes, no correspondiéndose, por lo tanto, con los exteriores; ordinariamente, 4 ó 5 exteriores corresponden a uno interior, sin que esto sea exacto para todas las especies de hirudínidos. Debajo de la piel se encuentran las fibras musculares, que adoptan tres posiciones: unas longitudinales, otras transversales, y, por último, las hay oblicuas, lo que hace que el conjunto sea complicado y el animal susceptible de verificar rápidos movimientos.

La organización interna es por extremo curiosa. El aparato digestivo consiste en una boca colocada en la parte anteroinferior del cuerpo que mantiene varias piezas duras con el borde dentado, y son las *mandíbulas;* en las sanguijuelas comunes el número de mandíbulas es tres y están animadas por robustos músculos, entre los que aparecen los folículos salivares. Sigue a la boca un tubo de paredes robustas que recibe el nombre de *faringe;* a continuación de la faringe está colocado el estómago, o sea la porción más desarrollada del aparato digestivo; consiste el estómago en una gran cavidad segmentada de donde parten pares de expansiones intestinales ciegas; cada segmento gástrico tiene un tabique incompleto membranoso. Del estómago sale el intestino recto, que va a parar al ano, que está colocado en la parte posterior del cuerpo y junto a la ventosa posterior.

El aparato circulatorio aparece siempre diferenciado, pero su complicación es distinta, según las especies; consiste frecuentemente en tres vasos, uno dorsal y dos laterales, unidos todos entre sí por ramificaciones de los mismos; en las sanguijuelas, los vasos laterales son los más desenvueltos y están ondulados; el vaso dorsal *(corazón)* es muy contráctil, y, aunque no tanto, también lo son los laterales. Sangre roja debido

al plasma, pues no existen hematíes, aunque sí unos glóbulos con ligero color amarillento.

Sin aparato respiratorio; la respiración se verifica por ósmosis a través de la piel.

El aparato excretor lo forman los nefridios u órganos segmentarios, que están colocados por pares en los anillos; el número de pares de nefridios es variable; así en la sanguijuela medicinal hay diez y siete pares, mientras que en la *sanguijuela del cangrejo* sólo hay dos.

El sistema nervioso está muy desarrollado, tanto que estas especies son prototipos de sensibilidad; consiste en una masa ganglionar *supraesofágica* de donde parten ramificaciones nerviosas que se distribuyen principalmente por toda la región cefálica o anterior; de esa misma masa cerebroide salen hacia abajo dos cordones, que, rodeando la parte anterior del tubo digestivo, luego se unen en un ganglio *infraesofágico*, constituyendo lo que recibe el nombre de *collar esofágico;* de la masa ganglionar infraesofágica arrancan dos cordones que casi unidos o muy próximos se extienden hacia la parte posterior del cuerpo, constituyendo la *cadena infraintestinal* que va envuelta por un tegumento o estuche; los dos cordones nerviosos de la cadena infraintestinal tienen abultamientos *(ganglios)* que se corresponden dos a dos, estando los apareados unidos por comisuras transversas que es por donde marcha el *nervio de Faivre;* de cada uno de los ganglios salen filetes nerviosos que se diseminan por todo el cuerpo.

Hay un *sistema nervioso visceral* constituído por filamentos nerviosos, colocados con preferencia sobre las paredes del intestino. La sensibilidad adquiere gran desarrollo, existiendo a más como órganos de los sentidos fosetas olfatorias, papilas segmentarias y ojos con distinta diferenciación y desarrollo, según las especies.

Casi todas las especies son andróginas; es decir, que aunque los sexos están reunidos, necesitan del concurso de otro individuo para verificar la reproducción; hay hirudínidos unisexuales *(Histriobdélidos)*. El aparato reproductor masculino está formado por pares de testículos colocados a los lados de la cadena nerviosa y unidos entre sí mediante canal deferente uno a cada lado, que se unen al mismo nivel; hay un pene con su canal eyaculador. El femenino lo forman dos ovarios, cuyos canales se unen en uno solo, constituyendo el oviducto que va a parar a un gran saco llamado útero, que es el que comunica con el exterior. El desarrollo es directo. Viven en las aguas o a veces parásitos de otros animales.

Comprende tres órdenes:

Boca con dos mandíbulas, una encima de la otra; unisexuales o hermafroditas, y a veces provistos de apéndices locomotores; animales transitorios. *Anfibdélidos.*

Ventosa anterior dividida en meridios y en forma de pico de flauta; faringe con tres mandíbulas dentadas o no; diez y siete pares de nefridios; sangre roja..... *Gnatobdélidos.*

Boca con una trompa rígida; sangre blanca; nefridios colocados en el primer meridio de cada zoide,... *Rincobdelidos.*

RINCOBDÉLIDOS

Cuerpo alargado, cilíndrico o algún tanto aplanado; boca provista de una trompa rígida; sin apéndices exteriores; corazón contráctil y unido a dos glándulas linfáticas que segregan glóbulos que son los que se encuentran en la sangre; ésta es blanca. Organos segmentarios (nefridios) colocados en el primer meridio de cada zoide. Hermafroditas; libres o parásitos. Los géneros más importantes son los siguientes:

Glossiphonia Johns. — Zoides formados frecuentemente por tres meridios; ventosa oral bilabiada; abertura sexual macho entre los meridios 19 y 20, o los meridios 20 y 21; abertura sexual hembra entre los meridios 22 y 23, o 23 y 24. Son especies de nuestra fauna la *G. bioculata* Berg., de aguas dulces. Vilaboa (Coruña), Buñol (Valencia).

Hæmenteria Fil.—Zoides formados por dos o tres meridios; dos ojos sobre el 4.° meridio; abertura sexual macho entre los meridios 26 y 27; abertura sexual hembra entre los meridios 28 y 29; ventosas poco desarrolladas; trompa larga y puntiaguda. Corresponde al género la *H. officinalis* Fil., que habita en las aguas dulces de Méjico; esta especie es usada allí como sanguijuela medicinal.

La *Placobdella catenigera* M. Tandon y la *Pontobdella muricata* L. están citadas por R. Blanchard, la primera en Ciudad Real, y la segunda en Valencia y Coruña.

GNATOBDÉLIDOS

Cuerpo cilindráceo claramente dividido en meridios; la ventosa anterior o peribucal tiene la forma de pico de flauta; la faringe puede estar desprovista de láminas quitinosas o mandíbulas, o presentar tres mandíbulas con borde dentado

o liso. Sangre roja. Diez y siete pares de nefridios. Es el orden más importante desde el punto de vista medicinal, pues en él se incluyen las sanguijuelas. Los géneros y especies más notables son los siguientes:

Herpobdella Bl.—Abertura sexual macho entre los meridios 36 y 37; abertura sexual hembra entre el 40 y 41; ocho manchas oculares; sin mandíbulas, pero con tres pliegues faríngeos. La *Herpobdella octoculata* Berg. fué citada por R. Blanchard en Vilaboa (Coruña).

Dina R. Blanch.—Sin mandíbulas, pero con pliegues faríngeos; zoides centrales compuestos de seis meridios; es frecuente en los arroyos y aguas dulces de casi toda España la *D. Blaisei* R. Blanch., siendo abundante en Andalucía y Extremadura.

Limnatis Moq. Tan.—Abertura sexual macho entre los meridios 2 y 3 del zoide número 10; la vulva está colocada entre los meridios 2 y 3 del zoide número 11; tres mandíbulas provistas de más de 100 dientes, y éstos colocados en una sola fila. Es especie notable el *Limnatis Nilotica* Savigy *(Hæmopis sanguisuga* M. Tandon), conocida vulgarmente con el nombre de *sanguijuela borriquera*, tan común en los charcos de toda la Península. Esta especie, tan vulgar como polimorfa, y, sobre todo, variable en coloración, de las especies españolas es la sanguijuela más robusta y alargada; el color es frecuentemente ceniciento, apareciendo en los costados una banda anaranjada. Algunos individuos tienen bandas negruzcas dorsales, aunque no es lo general. El ano se abre detrás del meridio 102.

Los animales que van a abrevarse en las aguas donde existe esta sanguijuela suelen cogerla, fijándose en la boca y hasta en la faringe. El hombre mismo, al beber esas aguas, si no tuvo cuidado, pudo ser atacado por la mencionada sanguijuela, apresándose en la garganta, y a veces hasta en el esófago, produciendo los trastornos consiguientes. Casos de éstos se conocen muchos, sobre todo en la gente del campo, que bebe directamente el agua de los arroyos y lagunas.

Debido a la poca consistencia de la mandíbula, la sanguijuela borriquera no puede hacer cisuras en la piel del hombre.

Hæmopis Sav.—Abertura sexual macho en el meridio 32; mandíbulas de poca consistencia y con dos filas de dientes obtusos. El *Hæmopis sanguisuga* Bergm. es frecuente en el N. y E. de la Península, llegando hasta el centro de España. En algunos puntos de Valencia recibe el nombre de *san-*

guijuela borriquera. Ataca a los gusanos y moluscos de aguas dulces.

Hirudo L.—Abertura sexual macho entre los meridios 31 y 32; abertura sexual hembra entre los meridios 36 y 37. Faringe con tres mandíbulas quitinosas, fuertes, y provistas cada una de ellas de 50 a 100 dientes puntiagudos.

Dos son las especies más notables, pues las dos indistintamente se usan como medicinales, siendo éstas el *Hirudo medicinalis* Ray. y el *Hirudo troctina* John.; en España quizá más importante la última por las razones que luego veremos.

Hirudo medicinalis Ray. *Hirudo venæsector* Bran. *Iatrobdella medicinalis* Blainville.—Conocida vulgarmente con los nombres de *Sanguijuela, Sanguijuela medicinal* y *Sanguijuela gris* y *verde* (según las variedades).

Cuerpo alargado, convexo por la parte dorsal y aplanado por la ventral; color variable, gris verdoso por la cara dorsal, y más claro por la ventral, presenta una lista negra longitudinal y recta que va por las partes latero-abdominales del cuerpo; unas veces tienen en la cara ventral una porción de manchitas negruzcas *(sanguijuela gris)*, o carecen de ellas *(sanguijuela verde)*. Con frecuencia tienen en el dorso de cuatro a seis listas longitudinales de color rojizo con diferentes grados de intensidad. Cuando la sanguijuela se contrae toma el aspecto de una aceituna.

El cuerpo de esta sanguijuela, estudiado por la región dorsal, presenta 102 meridios, que corresponden a 26 zoides. Como es característico del grupo, la sanguijuela tiene dos ventosas: una, oral, en forma de pico de flauta, y otra, posterior, próxima al ano; las dos ventosas le sirven al animal para caminar por los cuerpos sólidos y fijarse a ellos.

En el fondo de la ventosa oral se halla la boca; mantenidas y animadas por robustos músculos, aparecen sobre la faringe tres mandíbulas quitinosas convergentes; cada una de estas mandíbulas consta de dos partes: una, estrechada, y otra, ensanchada, semicircular, con el borde curvo provisto de 90 dientes agudos.

Existen cinco pares de ojos que se disponen por pares sobre los semianillos dorsales 1, 2, 3, 5 y 8.

Los caracteres internos, como son los referentes al aparato digestivo, circulatorio, excretor, etc., han sido ya indicados al tratar de las generalidades de Hirudínidos.

Se encuentra la sanguijuela medicinal en las aguas dulces estancadas y de lenta corriente de Africa septentrional y Europa. Por lo que respecta a España, es citada en varios pun-

tos del NO., habiéndolo sido también en Extremadura; en esta última región es seguro no exista.

Hirudo troctina Jonhs. *Sanguisuga interrupta* M. Tandon. *Iatrobdella medicinalis var. tussellata* Blainville.—*Sanguijuela fina* (Extremadura, Salamanca, Córdoba). *Sanguijuela dragón.* (Fig. 23.)

Cuerpo algo deprimido, más que en la especie anterior; color ceniciento por la cara ventral, con puntos negruzcos o

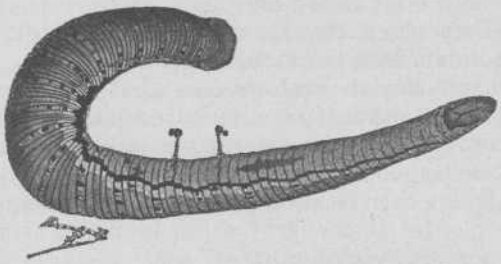


Fig. 23

sin ellos, distribuídos irregularmente, pero siempre en pequeña cantidad; en el margen latero-ventral del cuerpo aparece, a cada lado, una línea negra algo sinuosa que va desde la ventosa posterior hasta el meridio número 7 (en la mayoría de los ejemplares) o hasta el 5.° La parte dorsal del cuerpo es poco convexa y tiene un tinte verdoso más o menos acentuado, adornado con manchas negras orladas de anaranjado; las manchas forman cuatro o seis líneas interrumpidas dispuestas hacia las partes latero-dorsales del cuerpo; como las manchas de cada línea se corresponden con las otras, se forman también bandas transversales interrumpidas, pero colocadas siempre de cinco en cinco meridios, o, mejor dicho, en los límites de los zoides. Las líneas marginales comunican muchas veces con las bandas latero-ventrales por medio de manchas transversales de color pardo.

Las mandíbulas de esta especie tienen mucho parecido con las de la especie anterior; sin embargo, el número de dientecitos o aserraduras es menor; del estudio hecho en las mandíbulas de cinco individuos resulta: 1.° = 69 dientes, 2.° = 71, 3.° = 71, 4.° = 73, 5.° = 70; todos referentes a la mandíbula central o intermedia.

Vive en las aguas dulces o estancadas, y aún mejor en los arroyos de lento cauce. L. Blanchard la cita en Vilaboa, río Eume, Santiago de Compostela (Coruña) y Lugo. Es relativa-

mente abundante en las provincias de Cáceres, Córdoba y Salamanca.

Hay un grupo de sanguijuelas *terrestres*, con acerados y robustos dientes, que viven en los bosques tropicales, en la hierba, sobre los árboles y hojas, y que se lanzan sobre los animales mamíferos cuando pasan próximos a ellas, y con sus dientes son capaces de cortar la piel del hombre y hasta de los rumiantes. A este grupo de sanguijuelas terrestres corresponde la *Haemadipsa zeylanica* Blainv., muy frecuente en Ceylán.

Según Prowarek, esta especie puede ser medio transmisor del microbio de la úlcera fagedénica.

Costumbres de las sanguijuelas.—Las dos sanguijuelas descriptas tienen costumbres muy parecidas; pero nos referiremos a la *sanguijuela dragón*, por ser la de España.

Se encuentra, como hemos dicho, en las aguas dulces estancadas, en los charcos procedentes de arroyos que durante el verano pierden la corriente o por lo menos es muy tranquila, siempre en aguas limpias y finas.

En los comienzos del otoño suelen verificar la fecundación; pierden gran parte de la actividad, y para librarse del frío y de la corriente se introducen en el cieno, verificando allí el desove. Allí permanecen inactivas hasta que pasa el invierno o hasta las postrimerías de éste si la temperatura fuera templada. En el fondo existen, pues, las sanguijuelas adultas y las *ootecas*, o sean especies de dedalillos gelatinosos que mantienen en su interior una porción de huevos; la ooteca es formada por secreción de las glándulas del cinturón o faja abultada, en cuyo espesor se encuentra la abertura sexual hembra.

Al comenzar la primavera las larvas se desenvuelven; las sanguijuelas adultas salen de la vida letárgica, revistiéndose, grandes y pequeñas, de gran actividad; se las ve mover de un lado para otro con gran rapidez buscando alimento; en vida activa permanecen todo el verano.

Las sanguijuelas sólo se hacen visibles en las horas de sol; ni por la noche ni de madrugada suelen verse; están escondidas en el cieno o apresadas a los objetos del fondo de los charcos.

Recolección de las sanguijuelas.—Por lo que antecede se deduce: 1.° Que las sanguijuelas se encuentran en los charcos de aguas dulces y en los arroyos de muy lento cauce. 2.° En primavera y verano es cuando se hacen visibles, permaneciendo enterradas en el cieno durante el otoño e invierno. 3.° Durante las estaciones favorables sólo salen del cieno en

las horas de sol. 4.° En la primera mitad de la primavera se muestran activas. 5.° Cuando en primavera o verano aparecen días fríos, las sanguijuelas no salen del fondo. 6.° Cuando notan cambios atmosféricos se las ve muy activas y suben a la superficie del agua. Y 7.° Las horas mejores para verlas son las de más calor; es decir, de once a tres de la tarde.

Para recoger las sanguijuelas se usan dos procedimientos, uno de ellos muy generalizado en Andalucía y Extremadura, pero muy primitivo y nada recomendable. El primero, que es el peor, suelen verificarlo mujeres dedicadas a esta industria: en los días favorables van a los arroyos donde existe la sanguijuela y, después de descalzadas, se meten en los charcos o remansos y con una vara apalean el agua y remueven el cieno, por si algunas aún estaban ocultas en él; las sanguijuelas se activan y agarran a las piernas de la recolectora; ésta sale del agua y, arrancándose con cuidado las sanguijuelas apresadas, las coloca en pucheros sin vidriar y medio llenos de agua.

No hay para qué hacer la crítica del método, y que, como hemos dicho, es el más generalizado.

El otro procedimiento consiste en apalear el agua y remover el cieno después de haber colocado en el charco manojos de funcia o pellejos de cordero sin curtir; las sanguijuelas se apresan allí con gran facilidad. El procedimiento es mucho mejor que el anterior, pues empleando el manojo de funcia, éste, con las sanguijuelas apresadas, se introduce en las vasijas donde se las ha de conservar.

Conservación de las sanguijuelas.—Puede hacerse en grande y pequeña escala, es decir, con fines industriales, o meramente conservar unos pocos individuos para las necesidades de la familia o para la pronta venta de las sanguijuelas. En el primer caso se hace uso de los criaderos, o sean unos estanques de fondo cenagoso y bordeados de tupida vegetación, con preponderancia del *Cyperus longus* L. (funcia); el agua se renueva paulatinamente por débil corriente. En estanques de tal naturaleza, las sanguijuelas crían mucho y se conservan muy bien.

Cuando hay que conservar pequeñas cantidades de sanguijuelas, pueden disponerse en pucheros de barro sin vidriar y tapados con un lienzo; también lo hacen introduciéndolas en botellas de vidrio, donde se colocan hojas o plantas inofensivas que puedan favorecer la muda de estos animales. En uno y otro caso debe renovarse el agua cada tres o cuatro días.

Usos.—Las sanguijuelas fueron empleadas desde la más

remota antigüedad como uno de los principales agentes terapéuticos; se destinan a producir evacuaciones sanguíneas locales. La sanguijuela, aplicada a la piel humana, produce primeramente el vacío con la ventosa peribucal; avanza la faringe hasta colocar las tres mandíbulas en contacto con la piel, las cuales, verificando luego un movimiento de sierra, producen tres cisuras o desgarres cutáneos; retira las mandíbulas, pero por el vacío hecho de antemano, las sanguijuelas quedan prendidas en la piel del paciente; movimientos de succión hacen que por las heridas brote la sangre, sangre que va rellenando la gran cavidad del anélido. Hay sanguijuelas que extraen hasta veinte gramos de sangre; cuando las sanguijuelas están llenas, quedan aletargadas y se desprenden de la piel donde estaban apresadas.

Hay que tener presente que las sanguijuelas no se apresan en la piel sucia; por eso en ciertos casos hay necesidad de limpiar el sitio donde se intenta colocarlas. Conocido es también que en los casos posibles se colocan las sanguijuelas en regiones del cuerpo poco visibles, debido a que las cicatrices de las heridas son indelebles.

Una vez repletas de sangre las sanguijuelas, para volverlas a hacer servir, suele echárselas sobre ceniza o arena fina, para que, por contracción, vomiten la sangre; otros lo efectúan apretando la sanguijuela con la mano, aunque este procedimiento no puede ser peor.

De todos modos, la sanguijuela que fué aplicada a un enfermo, aunque no sea más que por prudencia, no debe volverse a rehabilitar; puede resultar la sanguijuela, en este caso, un medio de inoculación de microorganismos patógenos.

QUETÓPODOS.—Cuerpo cilíndrico, segmentado interior y exteriormente, sin ventosas y con apéndices no articulados.

A este grupo corresponde el *Lumbricus terrestris* L. o lombriz de tierra, que gozó de fama medicinal; hoy sin uso.

BIBLIOTECA
DEL
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

TIPO ARTRÓPODOS

Metazoos de simetría bilateral, cuerpo con segmentación interna y externa que no se corresponden; apéndices articulados; sistema nervioso ganglionar con cadena infraintestinal; exoesqueleto quitinoso o calcáreo.

El cuerpo de los artrópodos está rodeado por la cutícula sobre la que se deposita la materia quitinosa *(Insectos, Miriápodos*, etc.) o calcárea (muchos *Crustáceos, Merostomas);* estas materias no se depositan homogéneamente sobre la cutícula, sino que lo hacen por fajas transversales dispuestas unas a continuación de las otras; esto da por resultado que el cuerpo sea anillado y que la segmentación externa sea por lo general bien manifiesta. No obstante lo indicado, hay artrópodos que carecen de verdadera segmentación *(Onicóforos)* y solamente presentan gran cantidad de arrugas transversales que no se refieren a la división en metámeros.

Sobre la membrana quitinógena se van depositando sucesivamente capas de quitina; la falta de flexibilidad del exoesqueleto es un gran obstáculo para el desarrollo y crecimiento del individuo, y por lo mismo se hace indispensable la mórfosis; la mórfosis o muda se verifica desprendiendo la envoltura quitinosa; crece el animal, y en seguida la membrana quitinógena vuelve a engendrar el armazón quitinoso. El período de la mórfosis es crítico para el individuo.

Entre los anillos quitinosos o calcáreos existen las fajas o zonas flexibles casi desprovistas o con pequeña cantidad de quitina, que son las que permiten los movimientos del cuerpo; ordinariamente estas zonas no se hacen patentes al exterior, porque se repliegan hacia los bordes de los anillos duros que las limitan. En la *tijereta común (Forficula auricularia* L. Ortóptero) podremos ver fácilmente esta disposición; no hay más que distenderla un poco y aparecen unos anillos blanquecinos que son precisamente los escasos en quitina y que están ocultados por el borde de los anillos duros.

Los principios entomológicos son los siguientes:

1.° El cuerpo de los artrópodos aparece exteriormente formado por la reunión de anillos colocados unos a continuación

de los otros.—2.° Cada anillo lo forman dos semianillos, uno dorsal y otro ventral; todos ellos obedecen en su disposición al mismo plan, pudiendo considerarlos como constituídos originariamente de las mismas partes.—3.° Las piezas constitutivas de los semianillos superior e inferior se hallan simétricamente dispuestas con arreglo a la línea media longitudinal; las piezas impares pueden considerarse formadas de dos mitades simétricas que se unieron en la línea media.—4.° A cada anillo corresponden, en principio, un par de apéndices articulados; todos los apéndices son originariamente iguales, que más tarde se modifican por adaptación, según las funciones que tengan que desempeñar.

El anillo tipo de un artrópodo hemos dicho que está formado de dos semianillos: dorsal y ventral; la pieza impar dorsal recibe el nombre de *noto;* las piezas pares superiores, *epímeros;* el semianillo inferior es simétrico con el superior, y, por lo tanto, consta también de tres piezas: *esternón* y *episternones.*

El eminente naturalista Jaquelin du Val dice que el *anillo tipo* de estos animales está, a su vez, formado de cuatro anillos y consta de dos partes: una dorsal y otra ventral; las cuatro piezas que forman el arco superior son *prescudo, escudo, escudete* y *postescudete;* el semianillo ventral consta también de cuatro piezas simétricas con las dorsales: *presternón, esternón, episternón* y *epímero.* No hay que olvidar que las mencionadas piezas se refieren al anillo tipo, de ningún modo a casos especiales, pues éstas se modifican de una manera notable conforme a las funciones que tengan que desempeñar o las que verifiquen los apéndices que en ellas se insertan.

En virtud de la simetría bilateral que tiene todo artrópodo, hay que considerar que cada pieza está formada por la reunión de dos en la línea media, resultando en conclusión que cada anillo está constituído por dos arcos, cada arco por cuatro aparentes piezas, y cada pieza de las consideradas, por dos laterales reunidas en la línea media; en conjunto, cada anillo lo forma la reunión de diez y seis piezas: ocho correspondientes al arco dorsal y ocho al ventral.

A cada anillo corresponde un par de apéndices; estos apéndices, que en el origen son iguales, corresponden al semianillo inferior y se articulan en la línea de unión del *episternón* con el *epímero.*

En ciertos anillos *(Insectos alados)* aparecen dos pares de apéndices, las patas y alas; esto, a primera vista, destruye la base entomológica que dice que a cada anillo sólo correspon-

den un par de apéndices; no obstante, las alas son órganos excepcionales de los artrópodos y pueden considerarse como segregadas por ciertos anillos torácicos de los insectos. Los apéndices anteriores son, por lo general, sensoriales o están a disposición de la boca; los medios sirven para andar, saltar, etc., y los posteriores como auxiliares de la reproducción. Hay, sin embargo, algunos artrópodos, como los Merostomas, en los que los apéndices no se reparten el trabajo y todos ellos desempeñan las mismas funciones.

El cuerpo de los artrópodos está dividido en varias regiones; en un *Insecto* hay tres: *cabeza*, *tórax* y *abdomen;* en los *Crustáceos* existe una región anterior, que es el *pereion*, que los antiguos denominaban impropiamente *cefalotórax;* una región media, *pleon*, y otra posterior, *telson;* en los *Arácnidos*, la *cabeza* y *tórax* se confunden en una región denominada *cefalotórax* y otra posterior, *abdominal;* en los *Miriápodos* la *cabeza* es distinta, pero el *tórax* y *abdomen* están constituídos por anillos casi iguales y vienen a formar una región que puede denominarse *torácico-abdominal.*

Debajo de la cutícula se encuentran los músculos; éstos son de fibra estriada, diferenciados y divididos en miósomos; los músculos están provistos de sus respectivos tendones, con los que se fijan a las apodemas o apófisis internas del exoesqueleto; a veces son muy fuertes y robustos, como puede verse en multitud de crustáceos.

El aparato digestivo está, por lo general, bien desarrollado; es rudimentario o nulo en determinados artrópodos parásitos; esto es debido a la evolución regresiva por adaptación a la vida parasitaria. En los Centrogonios está representado por unas lagunas donde van a parar los líquidos absorbidos; otras veces adquiere formas raras, como en los *Pantópodos* (Arácnidos), en los que se hace radiante y emite prolongaciones ciegas que se introducen por las patas y llegan hasta los últimos artejos. En la inmensa mayoría de los artrópodos el aparato digestivo es complicado y presenta dos aberturas: una oral o boca y otra posterior o ano; se distinguen tres porciones: una anterior, que es el *esófago* y está revestido interiormente de materia quitinosa; una porción media o *estómago*, sin materia quitinosa y que representa el arquenterio primitivo, y la porción posterior o *intestino*, que como la porción esofágica está revestida de materia quitinosa. Hay glándulas cuyos conductos excretores desembocan en el trayecto del tubo digestivo; los líquidos de estas glándulas tienen por objeto reaccionar con las materias alimenticias para hacerlas asimilables. En los insectos el aparato digestivo adquiere más desarrollo;

suele haber un estómago de succión *(chupadores)* o una molleja o estómago triturador *(masticadores)*.

El aparato circulatorio es muy diverso: puede faltar en absoluto *(Linguatúlidos, Tardígrados)*, ser rudimentario *(Pantópodos)*, sencillo *(Insectos)* o muy complicado *(Merostomas* y muchos *Crustáceos)*. Hay un órgano impulsor de la sangre o *corazón;* este vaso es dorsal y tiene distintas formas, consistiendo ordinariamente en un tubo dividido en cámaras por tabiques incompletos, con aberturas y rodeado de una membrana que recibe el nombre de *seno pericardíaco;* en el seno se acumula la sangre que lanza el corazón debido a sus contracciones; del corazón parten las arterias, a veces muy ramificadas, como en el *cangrejo de río*, que dirigen la corriente sanguínea hacia los órganos que ha de nutrir, pero por lo general las arterias son rudimentarias; la sangre retorna al corazón por los intersticios que dejan entre sí los órganos, faltando en la mayoría de los artrópodos el sistema venoso que, cuando existe, es el encargado de verificar esta función. La sangre es incolora o coloreada; el color depende del plasma; tiene leucocitos y carece de hematíes o glóbulos rojos.

El aparato respiratorio puede ser *branquial* o *traqueal:* es branquial en los Merostomas y Crustáceos; traqueal en los Insectos, Arácnidos, Miriápodos y Onicóforos. Hay una estrecha relación entre el aparato respiratorio y el circulatorio; en los de respiración branquial, respiración localizada, el sistema circulatorio está diseminado; en los que la presentan traqueal, respiración diseminada por todo el cuerpo, el aparato circulatorio está bastante localizado; es decir, que el desarrollo de los dos aparatos se halla en razón inversa. Los artrópodos de respiración branquial viven en el agua y los traqueales en la tierra; hay excepciones, como son los Hidrofílidos y Ditíscidos (insectos, Coleópteros) que tienen respiración traqueal y viven en el agua, teniendo, sin embargo, que subir de cuando en cuando a la superficie líquida para tomar aire de la atmósfera, o presentan en su aparato respiratorio órganos especiales destinados a purificar el aire contenido de antemano en las *pseudobranquias;* los *Oniscus*, *Armadillo*, etc. (Isópodos, crustáceos), tienen branquias y viven en la tierra, pero siempre en sitios húmedos, debajo de las piedras, junto a los arroyos, etc. Los *Pantópodos*, *Tardígrados*, *Linguatúlidos* y muchos *Acáridos* carecen de aparato respiratorio y presentan la respiración cutánea, siendo ésta muy activa en los artrópodos de tegumentos blandos.

El sistema nervioso es ganglionar; está constituído en la mayoría de ellos por un par de ganglios *supraesofágicos* con

diferente grado de diferenciación, un par de ganglios *infraesofágicos* unidos con los superiores por dos cordones nerviosos, formando el conjunto el *collar esofágico;* de la masa ganglionar infraesofágica arrancan dos cordones nerviosos que suelen fusionarse, y se extienden por debajo del aparato digestivo, constituyendo la *cadena infraintestinal.* De la masa ganglionar supraesofágica parten nervios sensitivos que animan a las antenas, ojos, etc., y de la infraesofágica salen otros nervios que van al aparato bucal; de trecho en trecho se diferencian en la cadena infraintestinal abultamientos ganglionares con ramificaciones nerviosas. Unas veces el sistema nervioso es rudimentario (Arácnidos parásitos) y otras alcanza gran desarrollo, diferenciándose a la par un sistema nervioso visceral repartido por el intestino.

Los órganos sensoriales alcanzan bastante desarrollo; los ojos pueden ser sencillos o compuestos; los sencillos *(estemas)* constan de un elemento ocular con córnea exterior lisa y son frecuentes en los arácnidos, miriápodos y ciertos insectos; los ojos compuestos están formados por la reunión de elementos oculares reunidos bajo una córnea común (crustáceos superiores, insectos, etc.). Es frecuente que los ojos sencillos y compuestos existan en el mismo individuo (muchos Insectos); hay, por último, artrópodos ciegos (Insectos cavernícolas, muchos Acáridos, etc.), y otros que llevan ojos en las patas *(Euphausia)*, aunque éstos bien pueden considerarse como suplementarios. El oído tiene el aspecto de otolito y puede residir en partes muy distintas: en las antenas (algunos crustáceos), en la parte posterior del cuerpo *(Mysis* Th.), en las patas (Grillos), en la base del abdomen *(Acridium* L.), etc. El tacto reside en los apéndices flexibles, como las antenas, palpos, etcétera.

Animales unisexuales, rara vez hermafroditas (Cirrópodos, etcétera); pero aun en este último caso excepcional, existen machos complementarios que viven sobre los individuos hermafroditas.

Se conocen casos de artrópodos vivíparos, y es frecuente la pertenogénesis; el dimorfismo sexual se hace patente por los órganos auxiliares de la reproducción; a veces es muy manifiesto.

El desarrollo y fases larvarias son distintos en los diversos artrópodos; por lo general empieza, después de haberse verificado la segmentación del vitelo y formación del blastodermo, por la aparición de la faja primitiva; allí se abren la boca y ano; a los lados de la línea media, sobre el área germinativa, se van formando unos tuberculitos que son el pri-

mer bosquejo de apéndices. El embrión rompe la cubierta y puede tener una forma semajante a la adulta *(metamorfosis sencilla)* o muy distinta *(metamorfosis complicada)*.

Los artrópodos se dividen en seis clases:

Respiración branquial.	Con antenas			*Crustáceos.*
	Sin antenas			*Merostomas.*
Respiración traqueal..	Sin antenas			*Arácnidos.*
	Con antenas....	Segmentación imperfecta.		*Onicóforos.*
		Segmentación perfecta....	Más de tres pares de patas.....	*Miriápodos.*
			Tres pares de patas.....	*Insectos.*

CLASE CRUSTACEOS

Artrópodos de respiración branquial; con antenas.

En un crustáceo tipo, el cuerpo aparece dividido en tres regiones: una anterior, *pereion;* otra media, *pleon*, y la posterior, inarticulada, o *telson*. La cutícula está frecuentemente endurecida bien por el carbonato cálcico o por la materia quitinosa; hay especies en las que parte del cuerpo está desprovista de substancia incrustante, resultando aquella porción blanda e indefensa *(Pagurus* Fab.).

La región anterior hemos dicho que se llama *pereion*, o sea la que denominaban los antiguos región *cefalotorácica;* en los crustáceos superiores está formada por catorce anillos, de los cuales siete corresponden al tórax y los otros siete a la cabeza. En muchas especies toda la región del *pereion* está protegida por un caparazón quitinoso o calcáreo engendrado por los tres o cuatro primeros anillos cefálicos, pero adquiere tal desarrollo que a primera vista pudiera creerse había sido formado por todos los anillos de la región, puesto que a todos ellos los protege; lo indicado puede comprobarse fácilmente en las especies del género *Apus* Schff. En el caparazón se distinguen diversas regiones, las cuales son: *gástrica, cardíaca, intestinal* (centrales e impares) y las *hepáticas* y *branquiales* (pares y laterales). En el *pereion* hay también que distinguir los ojos y apéndices; los ojos aparecen unas veces sobre pedúnculos móviles (Crustáceos superiores), pudiendo ser sentados (Crustáceos inferiores en general); unas veces son compuestos *(cangrejos*, etc., etc.) y otras sencillos *(Entomostráceos)*. Como apéndices del *pereion* existen dos pares de ante-

nas (antenas internas y externas); el aparato bucal consta de mandíbulas, maxilas y maxilípedos o patas colocadas a disposición de la boca; el número de estas piezas es variable según las especies, estando en el *cangrejo de río* constituído dicho aparato bucal por un par de mandíbulas, dos de maxilas y tres de maxilípedos. Los apéndices posteriores al aparato bucal son las patas o *pereiópodos;* en el cangrejo hay cinco pares de pereiópodos, de los cuales el anterior termina por grandes pinzas *(quelas)*. Estos apéndices están constituídos por varias piezas articuladas *(coxopodio, basipodio, isquiopodio, meropodio, carpopodio, propodio* y *dactilopodio)*.

El *pleon* aparece con frecuencia constituído por anillos diferenciados; los apéndices aquí insertos son los *pleópodos;* tales apéndices están modificados según las funciones que tengan que desempeñar; ordinariamente están relacionados con la función reproductora, y otras veces entre ellos se disponen las branquias *(Estomápodos);* en el *cangrejo de río, langosta de mar*, etc., los dos últimos pares de apéndices son nadadores *(urópodos)*, y adquieren tal forma y desarrollo, que con el *telson* forman una especie de abanico. En los cangrejos de mar *(Braquiuros)* el pleon es corto, rudimentario, sin urópodos y replegado hacia la región esternal, entre las caderas de los pereiópodos.

El aparato digestivo consiste en la boca, cuya disposición y organización ya hemos indicado, el esófago, el estómago bien desarrollado y el intestino, que va a desembocar al ano, colocado en la parte media del telson. En algunas especies complicadas existe un molino gástrico con piezas trituradoras calcáreas o quitinosas, seguido de un filtro que sólo deja pasar al intestino medio las substancias alimenticias líquidas. Como anexo del aparato digestivo, existe una gran glándula digestiva llamada hígado, que segrega un líquido amarillento que hace soluble las materias grasas, feculentas y proteicas.

El aparato circulatorio sufre grandes transformaciones y es muy distinto, según en las especies que se estudie; en las más complicadas existe un corazón en forma de saco, de donde parten diferentes ramificaciones arteriales, habiendo también vasos y senos venosos que conducen la sangre al seno pericardíaco. La sangre es incolora *(sangre venosa)* o ligeramente azulada *(sangre arterial);* contiene glóbulos nucleados y *hemocianina,* o sea una de las materias colorantes de la sangre, y tiene la propiedad de tomar coloración azulada en contacto del oxígeno; el análisis descubre en ella el cobre.

El aparato respiratorio es branquial; sólo por excepción

en algunas especies inferiores no existe. Las branquias pueden estar colocadas debajo del caparazón, a los dos lados del pereion *(Decápodos,* etc,), o en la región abdominal, entre los pleópodos *(Isópodos,* etc). En ciertos crustáceos superiores, las branquias adquieren más extensión; así en el cangrejo se distinguen, a más de las *artrobranquias* o branquias verdaderas, las *podobranquias* y *pleurobranquias,* éstas colocadas en el último segmento del pereion, y las podobranquias, en los artejos basilares de las cuatro primeras patas ambulatorias y en los últimos maxilípedos.

Consiste el sistema nervioso en una masa ganglionar supraesofágica o cerebroide, otra masa ganglionar infraesofágica, unidas entre sí por dos cordones nerviosos que rodean al esófago y constituyen el collar esofágico; de la masa ganglionar infraesofágica parte la cadena infraintestinal con abultamientos ganglionares; próximamente en la mitad anterior de la cadena se ve un orificio, que es por donde atraviesa la arteria esternal; de los ganglios parten nervios que se distribuyen por los distintos órganos del cuerpo.

Como órganos excretores, se hallan las *glándulas verdes,* que algunos consideran como riñones; se encuentran colocadas en la base de las antenas y segregan un líquido de composición química muy compleja: ácido úrico, oxalato cálcico, etc., y una materia nitrogenada llamada *guanina,* del tipo de la urea.

Rara vez el desarrollo es directo *(cangrejo de río)*, sino que hay metamorfosis complicadas; se conocen muchas clases de larvas; pero las más comunes en los crustáceos sencillos son dos: *nauplio* y *cipris*. El *nauplio* tiene un solo ojo y tres pares de patas; los dos últimos pares, bifurcados, y el primero, sencillo. La larva *cipris* sigue a la anterior y se diferencia por el caparazón bivalvo; tal forma *cipris* se conserva en muchos animales adultos. En los crustáceos superiores se observan otras larvas, *zea*, *filosoma*, etc.

En los crustáceos se verifican mórfosis muy curiosas, que ya estudiaremos luego.

Viven en las aguas, o por lo menos, en sitios húmedos.

Comprende las siguientes series:

Crustáceos	Ojos sentados	Sin pleópodos	*Entomostráceos.*
		Con pleópodos	*Artrostráceos.*
	Ojos pedunculados	Pereiópodos foliáceos; caparazón bivalvo	*Leptostráceos.*
		Pereiópodos estiliformes; caparazón escutiforme	*Toracostráceos.*

A los Entomostráceos corresponden los Cirrópodos.

Cirrópodos.—Cuerpo no segmentado, o, por lo menos, la segmentación no es franca, y protegido por un manto que segrega placas calcáreas; tienen seis pares de patas multiarticuladas, pestañosas y bifurcadas. Las placas calcáreas reciben diferentes nombres, según la posición; hay unas que forman las paredes *(tergos* y *escudos)*, otra forma el borde anterior *(rostro)* y otra el posterior *(quilla)*. Son, en general, hermafroditas; pero se han descubierto machos complementarios parásitos sobre los individuos hermafroditas. Los huevos se incuban en la cloaca, o sea el espacio que hay entre el cuerpo y el manto. En el desarrollo aparecen las fases *nauplius* y *cipris*, que es lo que ha hecho que los cirrópidos se estudien en este sitio y no entre los moluscos, como hacía Cuvier. Unas especies son libres y otras parásitas, sufriendo algunas tales modificaciones en su organización, que la forma adulta no parece crustáceo.

A este grupo corresponden los *percebes (Pollicipes cornucopia* Leachs); presentan un pie originado por la prolongación de la cabeza, distinguiéndose en ellos las piezas calizas indicadas en las generalidades del orden; viven en el Atlántico y Cantábrico reunidos en grandes grupos sobre las rocas no muy lejanas de la costa; allí suelen cogerlos cuando hay mareas vivas y son días bonancibles; es marisco muy buscado como manjar exquisito. También corresponden al grupo el *Lepas anatifera* L. y *L. pectinata* Speng., de largo pedúnculo; este último es de la costa mediterránea. Son torácicos operculados las *bellotas de mar*, tan frecuentes en nuestras costas, agarradas a los objetos sumergidos o sobre las rocas bañadas por el mar; en el primer caso se halla el *Balanus tintinnabulum* L., y en el segundo, el *Chthamalus stellatus* Pol., que, sobre todo este último, es abundantísimo en toda la costa cantábrica y del Noroeste.

Son de los Artrostráceos la familia Isópodos.

Isópodos.—Es el grupo más notable de Edrioftalmos, aunque no fuera más que por incluirse aquí gran número de especies. Cuerpo ancho y deprimido; con el tegumento endurecido por la quitina, y a veces también por carbonato cálcico. El tórax está compuesto de siete anillos libres; por excepción, algunas especies tienen el primer anillo torácico soldado con la cabeza *(Anceus* Riss., etc.).

Los pleópodos son foliáceos, y entre ellos se encuentran colocadas las branquias. En algunas especies *(Porcellio* Latr., *Armadillo* Latr.) se ven entre los primeros pares de pleópodos unas cavidades aéreas que recuerdan a las tráqueas de los

insectos y de ciertos arácnidos. El género de vida de los isópodos es distinto, según las especies; hay unas que viven en las aguas del mar (*Idotea marina* L., etc.), otras en las dulces (*Asellus aquaticus* L., etc.), en los sitios húmedos, debajo de las piedras (*Oniscus asellus* L., etc.), y hasta parásitos de otros animales (*Gyge branchialis* Corn., etc.).

Son importantes, entre otros, los géneros siguientes:

Oniscus L. Urópodos estiliformes y salientes; antenas internas de cuatro artejos, las externas de ocho.—*O. asellus* L. (*O. murarius* Cuv.), conocida vulgarmente con el nombre de *cochinilla de humedad* y *milpies;* se distingue fácilmente por tener el cuerpo ovalado, convexo por la cara dorsal y aplanado por la ventral; pleuras de los anillos bien manifiestas; patas terminadas por una garra; color grisáceo ceniciento con franjas longitudinales parduscas. Frecuente en España, hallándolo debajo de las piedras en sitios húmedos. Como, generalmente, en los sitios que se encuentra hay materias orgánicas en descomposición y sales potásicas que dan por resultado la formación de nitrato potásico, esta sal se encuentra cristalizada en las patas y branquias del animal, a cuya substancia se debe la acción diurética de las *cochinillas de humedad;* en la antigüedad gozó de gran fama, hoy sin uso alguno.

Armadillo Latr. Urópodos rudimentarios; pleuras de los tres primeros anillos bifurcadas longitudinalmente; antenas externas de siete artejos.—Es común el *A. officinalis* Cuv. en los sitios húmedos; se le conoce también con los nombres vulgares de *cochinilla de humedad*, *armadillo*, *milpies*, y tuvo los mismos usos que la especie anterior.

Armadillidium Brt. Urópodos rudimentarios; pleuras de los anillos indivisas, sencillas.—*A. vulgare* Berd., comunísimo en sitios sombríos y húmedos. Recibe los nombres vulgares de las anteriores especies, y, como ellas, tiene la propiedad de arrollar el cuerpo formando una bola cuando se ven sorprendidos o cuando las circunstancias no son muy favorables para la vida.

Porcellio Latr. Urópodos estiliformes; antenas externas con siete artejos.—Tan comunes como las anteriores son el *P. lævis* Latr. y otros.

Idotea Fabr. Antenas externas largas, las internas poco desarrolladas; último par de pleópodos ensanchados de modo que forman un opérculo que protege a las branquias.—Son comunes en nuestros mares la *I. Tricuspidata* Desm., *I. marina* L. e *I. linearis* Penn.

A los Toracostráceos corresponden los Decápodos.

DECÁPODOS

Branquias en el pereion; cinco pares de pereiópodos; ojos sobre pedúnculos móviles.

El caparazón es frecuentemente duro, debido al carbonato cálcico que en gran cantidad se deposita sobre la cutícula, e inmóvil, y cubre toda la región del pereion; forma, por lo tanto, a los lados, las dos cavidades branquiales. Las cavidades branquiales se estrechan y prolongan hacia la parte anterior en un tubo que desemboca en la base del segundo par de maxilas, y presentan un apéndice articulado de forma de barquilla que tiene por objeto echar fuera el agua de la cavidad branquial, y, por lo mismo, que esté renovándose constantemente dicho líquido; este apéndice o laminilla recibe el nombre de *escafognato*. Sobre el caparazón se observan, a más de la región branquial, las indicadas al tratar de las generalidades de crustáceos.

Animales marinos o de aguas dulces; unisexuales; metamorfosis complicadas, pasando por diferentes fases larvarias (*Zœa*, *Phillosoma*, etc.), todas tan distintas del animal adulto, que notables carcinólogos formaron con ellas tipos genéricos.

Comprende tres subórdenes:

Pleon bien desarrollado con telson y urópodos que forman una aleta o abanico caudal.....	*Macruros.*
Pleon bien desarrollado y sin urópodos o pleon rudimentario con urópodos.....	*Anomuros.*
Pleon corto sin urópodos, replegado hacia la región esternal, entre las caderas de los pereiópodos...	*Braquiuros.*

Macruros.—Pleon bien desarrollado, así como el telson, y urópodos que forman el abanico caudal. El pleon tiene pleópodos que quedan bajo la forma de estiletes articulados, con los cuales las hembras sostienen los huevos; epímeros bien manifiestos, más o menos desarrollados, según el sexo. Aberturas sexuales machos colocadas en las caderas del quinto par de pereiópodos; abertura sexual hembra en las caderas del tercer par de pereiópodos. Animales marinos o de aguas dulces; zoófagos.

Los géneros y especies dignos de mención son los siguientes:

Homarus M. Edw.—Antenas próximas, las internas y externas, y bien desarrolladas; fustas de las externas multiarticu-

ladas; tercer par de maxilípedos oblongos que protegen a los demás apéndices bucales; los tres primeros pares de pereiópodos terminados en pinzas, alcanzando las del primer par colosales dimensiones. Vive en el Mediterráneo el *H. gamarus* L., llamado vulgarmente *bogavante,* de medio a un metro de longitud; especie comestible.

Astacus Fab.—Los tres primeros pares de pereiópodos con pinzas, las anteriores más desarrolladas; base de las antenas externas con dos escamas; urópodos externos formados por dos láminas unidas transversalmente.

Astacus fluviatilis Rond. *Cangrejo de río.*—El *A. torrentium* Schr. es una variedad del anterior, y como tal se tiene por los carcinólogos contemporáneos.

De 8 a 10 centímetros de longitud; color pardo verdoso, que, con el agua caliente, adquiere color rojo. Antenas largas y setáceas; las externas más largas que las internas, con el pedúnculo basilar formado por tres artejos. La parte anterior del pereion se prolonga en una especie de pico con un dientecito a cada lado. Pinzas del primer par de pereiópodos robustas y con granulaciones más o menos manifiestas. Pleópodos estiliformes y aplicados sobre la cara ventral del pleon. Urópodos bien desarrollados, con el borde redondeado y peloso.

El cangrejo es frecuente en los arroyos y ríos de lento cauce, que pasan por terrenos sedimentarios, en la región central de España.

En la actualidad sólo tiene importancia como alimenticio, siendo muy buscado por ser su carne bastante sabrosa; pero antiguamente tenía importancia farmacéutica, por proporcionar el material conocido con el impropio nombre de *ojos de cangrejo,* o concreciones calcáreas, que se encuentran en unas cavidades laterales próximas al estómago. Las concreciones tienen próximamente un centímetro de longitud; son redondeadas, deprimidas, con una cara plana y otra convexa; la cara plana presenta un reborde o eminencia circular muy característico. Están formados por un armazón quitinoso, sobre el que se deposita el carbonato cálcico y alguna que otra substancia, como compuestos de hierro y magnesio, materias colorantes, etc.

El papel que las concreciones desempeñan en el individuo está perfectamente determinado; el caparazón del cangrejo puede compararse a una caja cerrada, de paredes no elásticas, formada esencialmente por carbonato cálcico, adosada sobre el tegumento cuticular del animal. No pudiendo sufrir agrandamiento por dilatación, tiene por necesidad el

cangrejo que deshacerse del caparazón para que los órganos puedan proseguir el crecimiento. La mórfosis tiene que ser rápida, porque el animal, en tales circunstancias, está indefenso y es pasto de los animales carnívoros; pues para engendrar nuevamente el caparazón, y que sea operación rápida, están las concreciones calizas u *ojos de cangrejo*, que cual depósito sirve para que la sangre recoja aquel carbonato cálcico y lo distribuya por el tegumento cuticular y nuevamente forme la coraza o armazón protector. Las mórtosis son frecuentes, y por tal causa muchas veces no encontramos concreciones al hacer la disección del animal.

Palinurus Fabr.—Pereiópodos sencillos, no terminados en pinza; antenas internas cortas y bifurcadas a modo de quelas en la terminación; antenas externas multiarticuladas, vez y media más largas que el cuerpo, setáceas y con pelos cortos. La forma larvaria *(Phyllosoma)* fué considerada como correspondiente a género distinto. El *P. vulgaris* L., o *langosta de mar*, se encuentra en el Mediterráneo; la carne es muy exquisita.

Palaemon Fabr.—Caparazón prolongado anteriormente en un rostro comprimido y aserrado; antenas internas con tres látigos; pereiópodos anteriores terminados por pinzas; cuerpo comprimido; caparazón córneo o poco calizo. Es un género abundante en especies, denominadas vulgarmente *camarones* y *quisquillas;* son comestibles, y abundan en el Mediterráneo y ciertas regiones del NO. el *P. squilla* L., *P. serratus* Fabr. y otras.

Penaeus Latr.—Cuerpo comprimido y con una quilla dorsal que se prolonga por delante a modo de espolón; tres primeros pares de pereiópodos terminados por pinzas: pleópodos terminados por un par de láminas desiguales. Viven en la costa mediterránea los *langostinos* (*P. caramote* Desm., *P. membranaceus* Riss.), que son objeto de activo comercio por ser entre los crustáceos los que gozan de más fama como alimento.

Anomuros.—Muchos son los naturalistas que no admiten el suborden anomuros, grupo intermediario entre los Macruros y Braquiuros, y formado con aquellas especies cuyo pleon, aunque bien desarrollado, no lleva urópodos, o los que, teniendo tales apéndices caudiformes, el pleon es rudimentario.

Una especie muy curiosa es el *Pagurus bernadus* L., llamado vulgarmente «ermitaños».

Braquiuros.—Pleon poco desarrollado, sin urópodos y replegado hacia la cara esternal del pereion. Pereion bien

desarrollado, generalmente tan ancho o más que largo. Antenas cortas, alojándose las internas en una fosita longitudinal que hay en la parte anteroinferior de la frente. Ultimo par de maxilípedos laminoso que protege a las demás piezas bucales; la figura que marcan estos maxilípedos estando aplicados a la boca se conoce con el nombre de *arca bucal,* que puede ser triangular o cuadrada.

El género *Maia* Lam., que es el más importante de la sección, se distingue por tener el caparazón triangular y espinoso por la parte superior; pico rostral bífido; primer par de pereiópodos con pequeña quela, los restantes terminados por robusta uña. Son abundantes en nuestros mares, principalmente en el NO. y Cantábrico, las *centollas (M. squinado* Rond. y *M. verrucosa* M. Edw.), muy estimadas por su carne, parecida a la de la langosta, a la que sustituye.

El *Carcinus mœnas* L. es el cangrejo de mar más abundante en nuestras costas.

CLASE ARACNIDOS

Sin antenas; respiración traqueal y cuatro pares de patas.

Constituyen los arácnidos una clase bastante numerosa y de gran interés científico; si bien es verdad que no siempre ha tenido los límites con que hoy aparece en las clasificaciones modernas, ha sido por el poco conocimiento que se tenía de sus especies, principalmente de aquellas de vida acuática como los Pantópodos.

Las investigaciones científicas han puesto de manifiesto las grandes analogías que este interesante grupo muestra con los insectos y crustáceos, principalmente algunas especies, que son genuinas transiciones entre las clases indicadas.

Los tegumentos son quitinosos; el cuerpo con frecuencia dividido en dos regiones, una anterior cefalotorácica y la posterior o abdominal *(Aracneidos);* no obstante, unas veces el cuerpo forma una masa ventricosa no dividida en regiones *(Acáridos),* o, por el contrario, se diferencia la cabeza, tórax y abdomen *(Solpugas);* es general que el abdomen no se diferencie en anillos; pero hay arácnidos, como los *Escorpiónidos,* en los que la región abdominal, a más de ser francamente anillada, está dividida en dos subregiones, una anterior o *preabdomen,* y otra caudal, *postabdomen.*

El aparato bucal, por su estructura, más bien parece mas-

ticador que chupador; pero sabido es que los arácnidos, una vez cazada la presa, no hacen más que chupar los líquidos que contiene. Consta el aparato bucal de una pieza superior impar, generalmente rudimentaria, a veces nula, que recibe el nombre de *labro;* por debajo del labro, cuando existe, se implantan un par de apéndices quitinosos denominados *quelíceros* o impropiamente mandíbulas; estos apéndices son robustos y puntiagudos, dando cabida en su interior al conducto excretor de unas glándulas venenosas. Los quelíceros representan a las antenas y no a las mandíbulas; aparte de ciertas circunstancias advertidas en el desarrollo embrionario, es prueba decisiva que los nervios que animan a los quelíceros parten de los ganglios supraesofágicos, y no de los infraesofágicos, como sería si representasen a las mandíbulas. Siguen a los quelíceros un par de piezas articuladas y palpiformes, denominadas *maxilas,* con el cardo patente y laminar que da inserción a un *palpo* con frecuencia pentaarticulado, en ciertas ocasiones tan desarrollados *(Mygale* Latr., etc.) que alcanzan igual longitud que las patas; los palpos maxilares suelen ser órganos esenciales de la copulación; los de la hembra terminan en garra; los del macho se ensanchan en la terminación, a modo de cacerola, con la que recogen el líquido espermático y lo aplican a la abertura sexual hembra. Por último, hay en el aparato bucal una pieza inferior, impar y desprovista de palpos, que representa el *labio inferior;* unas veces es rudimentario o nulo; pero otras adquiere gran desarrollo, se alarga y ensancha, formando un canal donde se alojan las maxilas; este último caso, poco frecuente en verdad, es el único en que el aparato bucal, por su estructura, aparece chupador.

Los ojos, cuando existen, son sencillos *(estemas)* y se colocan en la parte anterosuperior del cefalotórax; la disposición y número de estemas es buen carácter para distinguir algunos géneros y especies.

La parte torácica del cefalotórax no se hace visible, salvo excepciones indicadas, no habiendo señales que induzcan a limitarlo; por los apéndices se supone consta de cuatro anillos, cada uno provisto de su correspondiente par de patas. Las patas, en número de cuatro pares, pueden ser rudimentarias *(Tardígrados)* o muy largas y estiliformes *(Falángidos, Pantópodos);* con frecuencia terminan por dos o tres uñas, de las cuales la media suele transformarse en cerdas a propósito para tejer las redes.

Aparte de los Acáridos, la región abdominal está bien diferenciada: unas veces el abdomen es anillado *(Quernetos,*

Escorpiónidos) o más frecuentemente sin segmentación aparente; en la cara ventral se abren los conductos genitales y orificios estigmáticos; la abertura genital está colocada en el borde anterior y central, mientras que los estigmas se disponen apareados en los bordes laterales o próximos a ellos. Unos órganos importantes de las arañas tejedoras son los denominados *hileras;* son ordinariamente en número de seis, y están colocadas próximas al ano o circundando a éste; están formadas por unos apéndices articulados provistos de unos órganos especiales o *fúsulas,* pequeños orificios por donde sale el líquido segregado por diversiformes glándulas sedicíparas, que tiene la propiedad de solidificarse tan luego se pone en contacto del aire; con estos tenuísimos hilos *(seda de las arañas)* fabrican curiosas redes, hábilmente entretejidas, que las destinan, entre otras cosas, para cazar los insectos de que se alimentan.

El aparato digestivo consta de un esófago estrechado posteriormente; una dilatación esofágica denominada molleja, y, por último, una cavidad media con tubos ciegos y encorvados que se introducen por las patas llegando hasta las caderas *(Aracneidos,* etc.) o hasta los últimos segmentos de éstas *(Pantópodos);* el resto del tubo digestivo es delgado, terminando en el ano, colocado en la parte posterior del abdomen. Entre las diversas glándulas anexas al aparato gástrico, merecen especial mención las hepáticas, que alcanzan gran desarrollo, a veces forman una masa pardusca achocolatada que llena toda la cavidad preabdominal *(Escorpiónidos,* etc.); hay también glándulas salivares, y con frecuencia tubos de Malpigio con función excrementícea *(Aracneidos),* donde se ha encontrado cantidad determinable de urato sódico.

El aparato circulatorio es siempre sencillo, pero naturalmente más o menos desarrollado, según la amplificación del aparato respiratorio; el corazón está representado por un tubo situado en la región dorsal del abdomen; está dividido en cámaras comunicantes, donde la sangre verifica movimientos rítmicos, y con aberturas laterales por las que se vierte el líquido, yendo a parar a senos venosos para arterializarse, colocados junto a las tráqueas; de los senos venosos vuelve la sangre al seno pericardíaco. En una araña, por ejemplo, el vaso dorsal se prolonga hacia adelante, penetra en el cefalotórax formando una aorta que da ramificaciones que se distribuyen por los órganos importantes. En los *Tardígrados* y *Linguatúlidos* no hay aparato circulatorio, es rudimentario en los *Pantópodos* y bien desarrollado en las antiguas formas de arácnidos *(Escorpiónidos),*

En algunos arácnidos falta el aparato respiratorio *(Tardígrados, Pantópodos, Linguatúlidos)*, verificándose la respiración por ósmosis a través de la piel. Cuando existe aparato respiratorio, es constantemente traqueal, con la diferencia que en algunas especies las tráqueas sufren tales modificaciones, que algunos naturalistas las consideraron como pulmones, con los que, sin duda alguna, tienen ciertas analogías estructurales. Un estudio detenido de los pretendidos pulmones de los arácnidos descubre en la membrana interior un repliegue que, a modo de filamento, se arrolla en apretada espiral y forma la característica túnica elástica propia de las tráqueas. En un *Falángido* las tráqueas son genuinas y ramificadas *(dendrotráqueas)*; en una *Segestria* Latr. algunas ramas traqueales se ensanchan y modifican, conservando otras la forma y estructura propias; si el aparato respiratorio se estudia en un *Buttus* Leach., *Tegenaria* Walck., etc., las tráqueas no tienen aspecto de tales, no se ramifican y forman especies de sacos que son los llamados pulmones por los antiguos; estas tráqueas modificadas, para distinguirlas de las genuinas, se llaman *filotráqueas*.

El sistema nervioso sufre grandes modificaciones según los grupos: en los *Linguatúlidos* es simplicísimo, queda reducido a una cinta supraesofágica de donde parte un nervio sensitivo *(nervio de Leuckart)* que se distribuye por la parte anterior del cuerpo; suele descubrirse también un pequeño ganglio infraesofágico. En otros *(Acáridos)* se diferencia un ganglio cefálico y un cordón intestinal. En los *Aracneidos* hay tres masas ganglionares: una cefálica, otra infraintestinal, unidas por intermedio de dos cordones nerviosos, y, por último, en la parte posterior del abdomen, y relacionada con las anteriores, hay un ganglio con ramificaciones que animan a todos los órganos situados en la región posterior. En los *Escorpiónidos* hay ganglios supra e infraesofágicos, unidos por dos cordones que forman el collar esofágico, y una cadena infraintestinal con abultamientos ganglionares y ramificaciones nerviosas.

Pocos arácnidos son hermafroditas *(Tardígrados)*, la inmensa mayoría unisexuales; el dimorfismo sexual es manifiesto, diferenciándose los dos individuos por el tamaño, disposición de las patas, forma de los palpos maxilares, presencia del oviscapto, etc., etc. La evolución ontogénica la verifican dentro del huevo, no haciéndose, por lo mismo, manifiestas las metamorfosis; sin embargo, los *Acáridos* y *Quernetos*, al nacer, tienen menos de cuatro pares de patas, que luego completan en el estado adulto, y los *Linguatúlidos* sufren metamorfosis muy complicadas.

El régimen de vida cambia con la alimentación y procedimiento seguido para cazar la presa; unos viven en agujeros hechos en la tierra, otros sobre las redes que fabrican; muchos son erráticos y algunos acuáticos y parásitos.

Se dividen en los siguientes órdenes:

- *Anormales;* respiración cutánea...
  - Cuerpo rudimentario; patas muy largas: especies marinas..... *Pantópodos.*
  - Patas cortas triarticuladas, animales microscópicos y hermafroditas..... *Tardígrados.*
  - Sin patas en el estado adulto; abdomen segmentado; endoparásitos..... *Linguatúlidos.*
  - Cuerpo no dividido en regiones; parásitos generalmente..... *Acáridos.*
- *Normales;* respiración por filotráqueas o dendrotráqueas
  - Quelíceros ganchudos; abdomen pediculado..... *Aracneidos.*
  - Quelíceros en pinzas; abdomen segmentado.....
    - Con filotráqueas.
      - Cuerpo terminado por una uña venenosa.... *Escorpiónidos.*
      - Cuerpo no terminado por uña venenosa.... *Pedipalpos.*
    - Con dendrotráqueas..
      - Cabeza y tórax confundidos en un cefalotórax.
        - Palpos maxilares queliformes.... *Quernetos.*
        - Palpos maxilares estiliformes.... *Falángidos.*
      - Cabeza y tórax diferenciado..... *Solpugas.*

LINGUATÚLIDOS

Sin aparatos respiratorio y circulatorio; sin extremidades en la edad adulta; boca rodeada de ganchos córneos que representan al primer par de patas; animales parásitos y con metamorfosis complicada.

A las investigaciones de Van Beneden y Leuckart debemos el conocer las costumbres de estos animales, su organización y lugar que les corresponde en la clasificación zoológica; fueron antes considerados como gusanos intestinales debido al aspecto vermicular del cuerpo cuando llegan a la fase adulta. Y, en efecto, las formas sexuadas tienen tipo de gusano, organización contraria a la de los arácnidos; pero tan extraño aspecto fué adquirido por evolución regresiva en vir-

tud de la vida parasitaria; el cuerpo es alargado, cintiforme y constituído casi en la totalidad por la reunión de segmentos colocados unos a continuación de los otros; la cabeza es pequeña, disminuyendo más y más a medida que se aproximan al estado adulto, en cuya fase el aparato bucal se atrofia y queda reducido a un orificio situado en el fondo de una especie de ventosa o taza muscular muy característica; la boca y el ano, colocados en extremos opuestos del cuerpo, están en comunicación por un tubo digestivo recto y poco diferenciado. El sistema nervioso es muy sencillo, aunque ya dijimos estaba formado esencialmente por el *nervio sensitivo de Leuckart.*

Es curiosa la serie evolutiva de los linguatúlidos hasta llegar a hacerse sexuados; los embriones son arrastrados por las aguas, pudiendo algunos de ellos quedar depositados sobre las hojas de plantas herbáceas; al ser éstas comidas por animales herbívoros, con ellas pasan los embriones al estómago del animal, que puede ser el conejo, la liebre, etc. Los embriones están en un medio inapto para la vida y, por lo mismo, pronto atraviesan por entre las vellosidades del intestino, llegan a la vena porta y ésta los deposita en el parénquima hepático; allí evolucionan y se enquistan, permaneciendo en tal estado por algunos meses, hasta que las garras (patas) próximas a la boca adquieren suficiente desarrollo; en tal estado abandonan el hígado para enquistarse en los músculos, o más frecuentemente se trasladan a otro punto del hígado y vuelven a enquistarse. En tal estado permanecen hasta que las circunstancias vuelvan a ser favorables para seguir la evolución. Supongamos que los hígados del conejo infestado son comidos por el perro, lobo u otro animal carnívoro, y en tal caso los embriones *(ninfa)* se trasladan a los pulmones del animal y allí termina el ciclo evolutivo, haciéndose sexuado.

Lo dicho recuerda la evolución de las tenias y otros gusanos parásitos, haciendo resaltar más estas analogías la circunstancia de tener que emigrar de unos animales a otros, sin cuya condición no pueden hacerse adultos.

A este orden corresponden dos géneros interesantes:

Linguatula.—Cuerpo aplanado, lanceolado, con el borde dentado.

Porocephalus.—Cuerpo redondo, cilíndrico y moniliforme.

Linguatula serrata Fröl. *(Pentastomum taenioides* Rud. *Linguatula rhinaria* Raill.)

Cuerpo largo, lanceolado y aspecto de tenia; bordes aserrados o dentados; parte anterior abultada y redondeada, la

posterior más delgada y sensiblemente más estrecha hacia el extremo que es redondeado. Ganchos peribucales con dos artejos acuminados. Huevos elipsoidales, de una décima de milímetro de largos por 60 ó 70 micras de anchos, protegidos por una membrana plegada y viscosa.

La evolución obedece al tipo descrito anteriormente; suponiendo el parásito en las fosas nasales del perro, los huevos salen al exterior con el moco y quedan depositados en hierba; si la hierba es comida por el carnero, conejo, liebre, etcétera, con ella pasa al estómago; disuelta la cáscara, queda el embrión en libertad. El embrión es acariforme, con dos pares de recios ganchos. Atraviesan la pared intestinal y van al hígado, riñón, pulmón o ganglios mesentéricos; sufre nueve mórfosis en cinco o seis meses (Leuckart) y se transforma en una larva madura que fué considerada como una especie adulta *(Linguatula denticulata);* la larva emigra y va a parar a la cavidad visceral o a la pleural, donde se enquista. Comidas las vísceras del conejo o carnero por el perro, llega al estómago de éste y desde aquí asciende hacia las fosas nasales.

La larva es la que puede presentarse en el hombre, y los huevos llegan fácilmente a él con las verduras crudas o hierbas comidas en ensaladas; la fase adulta ha sido citada sólo una vez en el hombre; por el contrario, la larva no es rara en Alemania (Zenker y Laengner).

Porocephalus armillatus Wym. *(Pentastomum constrictum* Sieb.) Cuerpo alargado, cilíndrico, con anillos prominentes: 16 ó 17 en el macho, de 18 a 22 anillos en la hembra. Boca rodeada por un anillo labial provisto de ganchos curvos. El orificio sexual del macho está situado en el extremo anterior, en la cara ventral del primer anillo; el orificio sexual de la hembra en el extremo posterior del cuerpo, en la cara ventral del último anillo.

La evolución es desconocida, aun cuando se supone con algún fundamento que sea muy parecida a la expuesta en la especie anterior. Es una especie africana; la fase adulta es propia de las grandes serpientes de los géneros *Python* y *Bitis*. Las larvas han sido halladas en el hombre, mono *(Macacus, Cercopithecus*, etc.), y erizo africano. En el hombre produce trastornos graves, principalmente durante el período de emigración del parásito.

El *Porocephalus monilliformis* Dies., muy parecido al anterior, pero con mayor número de anillos (de 25 a 30), es propio de Asia, habiendo sido citado en Java por Salm, parásito —la larva—en el hombre. Herzog y Hare la han observado en Filipinas.

Welch ha encontrado en el hombre, en las Indias, la larva del *Porocephalus naiae-sputatricis* Leuck., especie distinguible de las anteriores por tener dobles los garfios peribucales.

ACÁRIDOS

Grupo intermediario entre los arácnidos anormales y normales. Se distinguen por tener el cuerpo no dividido en regiones o con límites muy confusos, el cuerpo fuerte, redondeado o rara vez alargado.

La disposición del tegumento cuticular hace que, muchas veces, las regiones cefalotorácica y abdominal se hallen confundidas en una masa común ventricosa sin indicios de diferenciación. Hay casos en que las dos regiones son distintas, y aún más, el abdomen está diferenciado en anillos cuticulares y aspecto vermiforme. El aparato bucal cambia según las familias; en general se halla dispuesto para perforar los tejidos y hacer la succión, por lo que los quelíceros se transforman en estiletes, pudiendo, sin embargo, ser queliformes o terminados en pinzas *(Tiroglífidos)*; las maxilas y labio inferior, si existen, son con frecuencia estiliformes, cerdas más o menos numerosas. El tórax puede suponérsele constituído por cuatro anillos, provistos de un par de patas, que pueden estar bien desarrolladas *(Ixódidos)* o rudimentarias. Es general que todo el cuerpo ostente pelitos sedosos y largos, a veces robustos y ganchudos.

La respiración puede ser cutánea *(Sarcóptidos, Tiroglífidos*, etc.) o traqueal *(Gamásidos*, etc.), tráqueas que se abren al exterior por un corto número de agujeros estigmáticos. No existe aparato circulatorio; la sangre permanece con escaso movimiento dentro de las cavidades lagunarias o espacios interorgánicos. El aparato digestivo consta de un esófago, el estómago con ciegos laterales y un intestino delgado que termina en el extremo posterior del cuerpo; al recto abocan los conductos excretores de los tubos de Malpigio. El sistema nervioso, en su parte más esencial, consiste en un ganglio cerebroide con pequeño número de ramificaciones nerviosas.

Animales unisexuales ovíparos o vivíparos, con metamorfosis; las larvas sólo tienen dos o tres pares de patas, alcanzando las restantes cuando el animal se hace adulto. El género de vida es por extremo diverso: unos viven en libertad hasta que logran fijarse a un vertebrado *(Ixódidos)*, otros son constantemente parásitos de animales *(Sarcóptidos)*, parásitos

en la primera edad y libres en la adulta (*Trombidídos*), parásitos de vegetales (*Phytoptus*) o de substancias orgánicas (*Tiroglífidos*).

Varias son las familias incluídas en este interesante orden, siendo las más notables las siguientes:

Sin tráqueas.	Quelíceros estiliformes; palpos con ganchos		*Demódidos.*
	Quelíceros didáctilos; palpos inermes.		*Sarcóptidos.*
Con tráqueas.	Estigmas traqueales en la parte anterior del cuerpo.	Quelíceros didáctilos; palpos inermes	*Bdéllidos.*
		Quelíceros ganchudos o estiliformes	*Trombídidos*
	Estigmas traqueales en la parte posterior del cuerpo, en la base de las patas	Quelíceros en pseudopinza	*Ixódidos.*
		Quelíceros en pinza	*Gamásidos.*

Demódidos.—Llamados también *dermatófilidos* o *demodécidos*. Acáridos vermiformes con dos regiones marcadas: la cefalotorácica y la abdominal, esta última constituída por crecido número de anillos cuticulares. Aparato bucal chupador, prolongado en tubo poco perceptible, con palpos triarticulados. Los individuos larvarios sólo tienen tres pares de patas, apareciendo el cuarto par de patas después de la última mórfosis. Sólo comprende una especie:

Demodes folliculorum Sim , var. *Hominis*. (*Acarus folliculorum* Sim.) Especie comunísima en el hombre, en los folículos sebáceos de la cara, constituyendo lo que vulgarmente se llama *espina*.

El cuerpo es alargado, con cuatro pares de patas cortas, triarticuladas; el cefalotórax es próximamente un tercio de la longitud total del cuerpo; machos de 300 micras, hembras un poco mayores, 380 por 45 micras. Carecen de tráqueas y los quelíceros son estiliformes. Huevos cordiformes o fusiformes, de 75 por 40 micras. De estos huevos salen unas larvas ápodas, las cuales sufren mórfosis y se hacen exápodas y finalmente octópodas y sexuadas.

Es una especie muy discutida respecto a su papel patológico. Salvo casos raros, carece de acción patológica; aparece en el bulbo sebáceo de la cara, en la nariz, pómulos, etc., y es fácil de extraer por sencilla compresión; si la *espina* así obtenida se la coloca en un porta con una gota de xilol o

éter de petróleo, con un objetivo de poco aumento puede verse claramente el parásito.

Cuando el acárido se aloja en los folículos de las pestañas puede producir blefaritis. Según A. Borrel, juega un papel importante en la transmisión del bacilo de Hansen o germen productor de la lepra; esto es muy natural, pues el acárido en los leprosos se infesta del bacilo, y al emigrar aquél a otros individuos arrastra el germen y lo inocula.

Sarcóptidos.—Cuerpo oblongo con débil segmentación cuticular. Sin aparato respiratorio traqueal. Aparato bucal formado por un visible pico quitinoso con palpos diferenciados e inermes y quelíceros recios, didáctilos o en forma de pinza. Patas cortas y fuertes, terminadas por ventosa o apéndice sedoso. No existen ojos. Dimorfismo sexual bien manifiesto. Animales ectoparásitos de animales de sangre caliente.

Sarcoptes scabiei L., var. *Hominis*. (*Sarcoptes hominis* Rasp. *Sarcoptes communis* Delaf. et Bourg.)

Para observar este parásito, productor de la *sarna* del hombre, no hay más que desbridar un poco una galería de sarna y aproximar el estilete al punto blanco que hay en el fondo; ese punto blanco es la hembra del acárido, que inmediatamente se agarra con las ventosas de las patas al estilete. Se coloca en el porta con una gota de agua glicerinada y se mira al microscopio a pequeño aumento.

Cuerpo oblongo con débiles arrugas cuticulares transversales, con salientes triangulares o escamas en la parte dorsal; a derecha e izquierda y en la región dorsal aparecen apéndices quitinosos, sencillos los anteriores y bifurcados los posteriores y dispuestos en filas longitudinales, presentando también sedas largas.

El dimorfismo sexual es patente. La hembra tiene unas 400 micras de largo; 1.° y 2.° par de patas terminados por ventosa pedunculada; 3.° y 4.° por una seda. Color gris perla; ovípara. El macho es rojizo, más pequeño, de 200 a 225 micras; 1.° y 2.° par de patas terminados por ventosa pedunculada, 3.° por una seda, y 4.° par de patas por una ventosa pedunculada que hace el papel de pene.

Al séptimo día de puestos los huevos, que son elipsoidales y de 150 micras de largos por 100 de anchos, da nacimiento a una larva exápoda con 10 espinas posteriores y dorsales; a los diez y seis días se transforma en ninfa octópoda y vive en las costras de la piel; sufre otra mórfosis a los veintiocho días, produciéndose machos y hembras púberes; hacia la sexta semana, la hembra, que ha seguido creciendo, verifica nueva mórfosis y aparece el *tocostomo* u orificio de la puesta

de huevos. Viene la cópula en la superficie de la piel; el macho queda en la superficie y la hembra abre una galería—característica de la sarna—y va al fondo de ésta, donde suele vivir hasta tres meses; el macho sólo alcanza dos meses de vida.

Puede decirse que la *sarna* es una afección cosmopolita; el papel patológico del acárido fué dado a conocer por Renucci en el año 1834; empieza la afección por ser un prurito insoportable, sobre todo por la noche. Se presentan luego surcos sinuosos y excoriaciones que corresponden a las galerías del parásito. Estas galerías están situadas en las caras laterales de los dedos, muñeca, codo, etc.

El medicamento específico contra la sarna es la pomada de azufre *porfirizado* y *levigudo*. La fórmula de Helmerich-Hardy es la siguiente:

Azufre porfirizado.....	20	gramos.
Carbonato potásico.....	10	—
Manteca de cerdo.....	120	—

Las fricciones con este medicamento no deben aplicarse a los niños y mujeres encinta; para éstos debe usarse la pomada de Darier:

Naftol.....	5	gramos.
Bálsamo del Perú.....	15	—
Estoraque líquido.....	20	—
Creta preparada.....	20	—
Vaselina.....	40	—

A más de la aplicación de estas pomadas es indispensable la desinfección de las ropas del sarnoso y ayudar la acción medicinal con una limpieza muy esmerada.

Früstenberg observó en Escandinavia una sarna muy intensa que ataca a todo el cuerpo humano, hasta la cara y espalda, lo que no ocurre con la anterior, y está producida por el *Sarcoptes scabiei*, var. *crustosae* Früst.; la hembra, con las espinas dorsales poco agudas, mide 415 micras, y el macho 172. Produce la *sarna de Noruega*, habiendo sido observada en el resto de Europa, pero muy rara vez.

El *Sarcoptes scabiei* L. presenta gran número de variedades que, desarrollándose en diversos animales domésticos, produce afecciones conocidas con los nombres de *sarna* y *roña*; todas estas variedades pueden presentarse accidentalmente en el hombre.

Sarcoptes scabiei, var. *equi*, produce la sarna del caballo;

var. *ovis*, la roña de las ovejas; var. *caprae*, la sarna de las cabras; var. *suis*, la del cerdo; var. *canis*, del perro, etc., etc.

A la familia Sarcóptidos corresponde la subfamilia *Tiroglífidos*, que algunos autores la estudian como grupo independiente. El cuerpo de estos animales, aparece dividido en dos zonas por un estrechamiento entre el segundo y tercer par de patas. Viven en las substancias orgánicas en descomposición y a veces sobre animales vivos. Corresponden varias especies interesantes: *Tyroglyphus parinae* Geer, que vive en el queso putrefacto y en las harinas de trigo; según Monier, puede esta especie producir erupciones cutáneas e intenso prurito, habiéndolo observado en obreros que manipulaban trigo de Rusia. Ingerido con el queso, puede producir en el hombre catarros intestinales.

El *Tyroglyphus siro* L. vive en el queso corrompido y produce en el hombre catarros intestinales; los obreros que trabajan la vainilla corroída suelen padecer erupciones pruriginosas producidas por este acárido. El *Tyroglyphus longior* Serv. vive también en las materias orgánicas en descomposición, en el queso putrefacto, y accidentalmente en el intestino humano. El *Glyciphagus domesticus* es comunísimo, y, según Murray, produce en Inglaterra una especie de sarna violenta y muy fugaz.

Las especies *Rhizogliphus parasiticus* Dalg., *Histiogaster spermaticus* Trouess. accidentalmente pueden hallarse en el hombre.

A la familia *Bdéllidos*, cuyos caracteres fueron expuestos en el cuadro taxonómico de los Acáridos, corresponde el *Tydeus molestus* Monier, especie de color rosa y frecuente en Bélgica, adonde fué importada del Perú; produce ampollas en la piel del hombre que duran seis u ocho días.

Trombídidos.—Animales terrestres o parásitos, de cuerpo redondo, grueso; los quelíceros son estiliformes o con garfios. Algunas especies, en estado larvario, son parásitas del hombre.

Trombidium holosericeum L. La forma adulta vive en las praderas y jardines, sobre la hierba; es un acárido de hermoso color rojo y brillo sedoso. La fase larvaria—*rouget* de los franceses—es exápoda, oblonga y de color rojo naranja. En el artejo básico del primer par de patas se ve un orificio estigmático. Palpos con uñas bífidas; patas exaarticuladas y con sedas cortas. Vive esta larva en los conejos, liebres, topos, etc., atacando también al hombre de la manera que lo hacen las *garrapatas*, con las que se confunden en España.

Trombidium akamushi Brumpt. La fase adulta es desco-

nocida; la larva exápoda mide 400 micras de largo por 250 de ancho. El cuerpo es oblongo y está adornado por sedas pinnadas. Vive en las plantaciones de cáñamo, en las márgenes de los ríos del Japón. Se considera agente de inoculación de un virus productor del *shima-mushi*, especie de fiebre purpurada de las montañas Rocosas de los Estados Unidos de América. Ataca a los obreros de la isla Nippon, o isla central japonesa, a los recolectores del cáñamo, siendo grave enfermedad.

También se citan como accidentales en el hombre el *Trombidium Wichmanni* Oudem., *T. tlalsa huate* Brumpt, *T. gymnopterorum* L., *T. poriceps* Heim, etc., etc.

El *Pediculoides ventricosus* New. es muy frecuente en los almacenes de trigo, sobre las larvas de la polilla o sobre el trigo cuando no abundan los lepidópteros; la hembra es enormemente ventricosa, y muy curiosa por ser vivípara, pariendo directamente machos y hembras *sexuadas*; así es que la fase larvaria se desenvuelve en el vientre de la madre. Ataca al hombre, produciendo picazón y una erupción cutánea polimorfa.

El *Cheyletus eruditus* Schra., común en los libros viejos, ha sido citado por Le Roy de Mericourt en el pus del conducto auditivo de un hombre enfermo. El *Tetranychus molestissimus* Weyen, del Uruguay y Argentina, llamado allí *bicho colorado*, produce en el hombre picor intenso.

Sobre las vides y el plátano vive el *Tetranychus telarius* L., produciendo en aquéllas la llamada *enfermedad roja*, accidentalmente en el hombre.

Ixódidos.—Es la familia más complicada de los Acáridos; se distingue porque los estigmas del aparato respiratorio traqueal están en la parte posterior del cuerpo, junto a la base del último par de patas. Los palpos son filiformes o valvados, y los quelíceros con *pseudopinzas*, pues en la extremidad se articula una pieza bífida con ganchos en forma de arpón y no de pinza. El rostro es prominente—*hipostomo*—, con dientes dirigidos hacia atrás, pudiendo ser terminal (*Ixodinos*) o ínfero (*Argasinos*). Las patas están provistas de ambulacros o ventosas. Dimorfismo sexual bien marcado; abertura sexual del macho en la línea media ventral, entre las caderas del segundo par de patas; vulva en la línea media ventral anterior.

La cópula se verifica introduciendo el macho el rostro en la vulva de la hembra hasta agrandar el orificio sexual y colocando luego un espermatóforo; el macho casi siempre muere al terminar la cópula, y es frecuente verlo muerto adherido

a la hembra; ésta pone los huevos formando paquetes, y al fin queda desecada y muerta. Quedan los huevos en la tierra, en la hierba u hojarasca, de los cuales salen unas larvas exápodas, activas, que se fijan a los animales; bien nutridas, quedan en vida letárgica y se transforman en ninfas octópodas; pasado algún tiempo, vuelven a la actividad, se agarran a otro animal y se hacen sexuadas.

Todas estas especies se conocen con el nombre de *garrapatas*.

Ixodes ricinus L. Es la *garrapata* común. El nombre específico alude a la forma de semilla del ricino que tienen estos animales. Cuerpo oval pardo o plomizo, de un centímetro de longitud; el macho es mitad menor que la hembra. La evolución es la anteriormente indicada; se verifica durante un período no superior a cuarenta días.

Vive en las praderas y bosques, agarrándose a los mamíferos en general; frecuentemente ataca al hombre introduciendo el rostro en la piel, formándose una aureola rojiza alrededor de la herida.

Para desprender la garrapata hay que tener cuidado de no tirar fuerte, pues es fácil que al arrancarla con violencia quedara el rostro dentro de la herida; hay que tirar con precauciones, o mejor aún, humedecer el animal con un poco de bencina, en cuyo caso él solo se desprende.

El *Ixodes bicornis* Meum., de Méjico, llamado allí *conchuda*, según Blanchard, es mortal su picadura para los niños, seguramente por inocular virus de acción violenta. El *Rhipicephalus bursa* Canest. es el encargado de propagar la *Babesia ovis* entre el ganado lanar, desarrollándose el piroplasma entre la oveja y esta garrapata, y produciendo la llamada *malaria de las ovejas*, que diezma a veces los rebaños.

El *Dermacentor reticulatus* Fab. es muy polimorfo; se considera transmisor de la *Babesia canina*, e inoculador de un virus productor de la famosa fiebre de las montañas Rocosas de los Estados Unidos.

Dentro de la familia Ixódidos hay un grupo *(Argasinos* o *Argásidos)* con los que algunos autores constituyen una familia; pero, en realidad, no tienen caracteres jerárquicos para separarlos de aquella familia. Las especies adultas no viven con permanencia sobre los animales de sangre caliente; se agarran a los mamíferos por unos minutos, chupan la sangre y luego se desprenden, recogiéndose en sitios obscuros y reservados. Comprenden dos géneros: *Argas*, animales ciegos, con el borde del cuerpo fino, y el género *Ornithodorus*, con ojos y el cuerpo redondo, sin bordes. En la evolución sufren

más mórfosis que los *Ixodinos*, y la hembra no muere al terminar la puesta de los huevos.

Argas reflexus Fabr. Cuerpo elipsoidal con borde marginal bien marcado; un poco más estrecho el cuerpo por la parte anterior que por la posterior. La hembra viene a tener un centímetro de largo; el macho es la mitad menor. Vive sobre las palomas, gallinas y conejos; accidentalmente en el hombre. El *Argas persicus* Fisch. se diferencia de la anterior por una serie de figuras rectangulares que aparecen en el borde del cuerpo; vive también sobre las palomas y gallinas, y hay parasitólogos que suponen sea este ácaro vehículo transmisor de los espiroquetes de la fiebre recurrente. El *Argas miniatus* Koch., muy parecida a la anterior, es de importancia histórica, porque con ella demostraron Marchoux y Salimbeni la transmisión de los espiroquetes por un animal intermediario.

Ornithodorus moubata Murray. Cuerpo grueso, rugoso y redondo por delante; sin ojos. Hembra de 12 a 15 milímetros; macho la mitad próximamente. La hembra pone de 80 a 100 huevos, los cuales quedan protegidos por la madre; de ellos salen larvas exápodas que se transforman en octópodas, y adultos después de repetidas mórfosis.

Vive en los desiertos arenosos africanos, agarrándose a todos los animales de sangre caliente que pasan a su alcance. Al cogerlos se hacen los muertos y quedan inmóviles (Brumpt). Ya hemos dicho en otra ocasión que esta especie es el huésped intermedio e inoculador del *Spirochaeta Duttoni* o protozoo productor del *tich-fever* de Africa.

El *Ornithodorus pavimentosus* Num., *O. Savignyi* Aud., *O. coriaceus* Koch., *O. turicata* Dug., *O. Photozani* Lab., etcétera, son especies que pican al hombre y pueden ser medios de transmisión de enfermedades.

A la familia *Gamásidos*, cuyos caracteres fueron ya indicados, corresponde el *Dermanyssus gallinae* Geer., especie noctámbula que se agarra durante la noche a las aves de corral y al hombre, y durante el día se recogen en la obscuridad. El *Dermanyssus hirundinis* Herm. es frecuente verlo en los nidos de las golondrinas; también pica al hombre. También se citan como accidentales en el hombre el *Leiognathus sylviarum* Canest y el *Laelaps stabularis* Koch.

Al lado de estos acáridos parásitos de animales hay un grupo *(Fitoptidios)* parásito de vegetales, al que corresponde el *Phytoptus vitis* Duj., que origina unas excrecencias o agallas en las vides, cuya enfermedad se conoce con el nombre de *erinosis*.

BIBLIOTECA DEL INSTITUTO PROVINCIAL SORIA

ARACNEIDOS

Son las especies típicas de la clase, las genuinas arañas. El cuerpo está diferenciado en dos regiones: la anterior o cefalotorácica, y la posterior o abdominal; el abdomen es claramente pediculado. El aparato bucal obedece al tipo de mayor complicación citado en las generalidades de la clase; los quelíceros son robustos y constituídos por dos piezas: una, basilar ensanchada y pelosa o dentada en el borde interno, y la otra, apical en forma de gancho, quitinosa, robusta y con un orificio donde termina el conducto excretor de una glándula venenosa; los palpos maxilares bien desarrollados, y que, como ya dijimos, en los machos son órganos copuladores.

Los ojos se disponen sobre la parte anterosuperior del cefalotórax, y con frecuencia pueden distinguirse dos clases de ojos: unos, coloreados y convexos *(ojos diurnos)* y otros, deprimidos e incoloros *(ojos nocturnos)*. Los cuatro pares de patas están bien desarrollados y constituídos por diversas piezas, que en los casos de mayor complicación son la cadera, trocánter, fémur, patela, tibia y tarso biarticulado; los tarsos terminan por dos uñas, entre las que se distingue una brocha de pelos *(escópula)*.

Abdomen ventricoso y pediculado, provisto en la cara ventral de orificios estigmáticos y abertura sexual; en la parte posterior, y junto al ano, se hallan las hileras que ya estudiamos en otra ocasión. En relación con las hileras hay un órgano colocado en la línea media ventral llamado *cribelo*, con folículos sedicíparos, y una especie de cerda situada en el primer artejo de los tarsos posteriores, conocida con el nombre de *calamistro*.

Respiración por filotráqueas, frecuentemente acompañadas de dendrotráqueas; por excepción, en el género *Nops* Mac Leay, no existen filotráqueas. El aparato circulatorio, así como el digestivo y sistema nervioso, fueron estudiados en las generalidades de los arácnidos.

Unas especies son errantes, y otras fabrican redes sobre las que viven, o en agujeros con opérculos de tierra o sin ellos, puestos en comunicación con madrigueras más o menos profundas.

Comprenden dos subórdenes:

Con cuatro sacos respiratorios y cuatro hileras..	*Tetraneumónidos.*
Con dos sacos respiratorios y generalmente con seis hileras.....	*Dipneumónidos.*

Tetraneumónidos.—Son las arañas gigantescas que llegan a adquirir hasta una longitud de un centímetro. Quelíceros gruesos y pelosos, dirigidos hacia adelante y con la uña doblada sobre el segmento básico; albergan el conducto excretor de un acini glandular venenoso muy desarrollado.

Especies errantes o que viven en las grietas de los árboles o en agujeros, donde permanecen en acecho para cazar la presa, siendo ésta pequeños pajarillos adultos o jóvenes que son sorprendidos en el nido.

Tipos de este suborden son la *Theraphosa avicularia* L., de América del Sur, y *T. Le Blondi* Walck., de las Indias occidentales. La *Cteniza cœmentaria* Latr. vive en España.

Dipneumónidos.—Son las arañas más vulgares, de costumbres muy diversas, que fabrican redes o viven en agujeros practicados en la tierra; muchas, errantes. Son géneros notables los siguientes:

Lycosa Latr.—Ocho ojos, cuatro seriados transversalmente sobre el borde anterior del cefalotórax, los otros cuatro inmediatamente detrás formando un cuadrado; último par de patas largo y robusto. Viven en agujeros acodados hechos en la tierra. La *L. Tarantula* L., o tarántula, vive en España, fué objeto de curiosas historietas; son también de nuestra fauna la *L. Narbonensis* Walck., *L. Hispanica* Walck., etcétera, llamadas también tarántulas.

Epeira Walck.—Patas anteriores más largas que las posteriores, sin calamistro ni cribelo. Cuatro ojos anteriores formando un cuadrado, y dos colocados a cada lado del cefalotórax. La *E. diadema* L., o araña de los jardines, es muy elegante por estar adornado el cuerpo con curiosas filigranas, a lo que alude el nombre; las redes son muy regulares, con radios equidistantes y espiras que los entrelazan.

Tegenaria Walck.—Tercer par de patas más corto que los restantes; primero y cuarto de igual longitud. Ocho ojos colocados en dos series de a cuatro, transversales y algo curvas. La *T. domestica* L. es la araña común, que fabrica redes triangulares y aspecto tosco; la *tela de araña* gozó de fama medicinal en la antigüedad; por destilación seca se obtenían las famosas *gotas de Montpeller*, usadas contra la apoplejía. El vulgo la emplea como hemostático, costumbre que debe desaparecer por la razón de ser la tela de araña propensa a mantener gérmenes patógenos que, naturalmente, al ser aplicada sobre las heridas, es lo más sencillo exista inoculación de consecuencias desagradables.

En diversos puntos de América se encuentra la *Tegenaria medicinalis*, muy usada allí como vesicante y en substitución

de la cantárida; algunos creyeron contenía cantaridina, pero los análisis modernos niegan tal afirmación, ni la clínica lo comprueba, pues nunca llega a producir flictena, lo que ocurriría si contuviese dicho principio activo.

Se ha intentado por varias veces aprovechar la seda de las arañas y destinarla a unos industriales; todas las tentativas fracasaron por lo caro y penoso que resulta alimentar a las arañas, dado el régimen zoófago que tienen.

ESCORPIÓNIDOS

A simple vista pueden distinguirse en el cuerpo de los escorpiónidos tres regiones: una anterior, otra media y otra posterior o caudal; la región anterior, que es la más corta, representa al cefalotórax, pues allí se insertan los cuatro pares de patas; la región media es el preabdomen, con segmentación transversal e íntimamente unido al tórax, y, por último, una región caudiforme, fuertemente segmentada y mucho más estrecha que las anteriores, que se denomina postabdomen; en el último segmento postabdominal se halla la glándula venenosa, que luego estudiaremos, y que constituye un carácter esencialísimo del orden.

Diferéncianse en el aparato bucal unos quelíceros triarticulados y terminados por pinzas; palpos maxilares robustos, pentaarticulados y terminados por pinzas gruesas que hacen las veces de órganos de la prehensión. Ocho o seis ojos sencillos colocados en la parte anterosuperior del cefalotórax. Patas bien desarrolladas con los tarsos triarticulados y pelosos, generalmente terminados por un par de uñas. Detrás de las patas hay un par de apéndices articulados llamados *peines*, cuya función no es bien conocida; unos naturalistas los suponen sensoriales, otros creen representan un quinto par de patas atrofiado, u órganos auxiliares de la reproducción; si tenemos presente que los Escorpiónidos son de los arácnidos más antiguos, que proceden de los Crustáceos por evolución al adaptarse a la vida terrestre, parece lógico suponer que tales apéndices sean restos de branquias atrofiadas por falta de uso.

Las tráqueas están modificadas a modo de sacos respiratorios o filotráqueas, siendo éstas en número de ocho, que se abren en la base y cara inferior del preabdomen.

Sistema nervioso con collar esofágico y cadena multiganglionar infraintestinal. El hígado está muy desarrollado y llena casi por completo la cavidad preabdominal. Animales

vivíparos que viven debajo de las piedras en los países cálidos y templados, temibles por sus picaduras, que son muy dolorosas, y a veces graves para el hombre débil.

Buthus Leach.—Región esternal triangular; preabdomen moniliforme, con crestas salientes y constituído por cinco segmentos y un anillo apical que mantiene la glándula venenosa; quelíceros fuertemente dentados en el borde interno de cada rama de las pinzas. La especie más interesante es el *Buthus europæus* L., conocido vulgarmente con los nombres de *escorpión* y *alacrán*, que se encuentra en la región mediterránea, central y otras de España. De seis a ocho centímetros de longitud, color grisáceo rojizo o pardo, plano por la cara ventral y algo convexo por la dorsal; palpos maxilares pentaarticulados terminados por pinzas robustas, dentadas en los bordes internos y algo pelosas en el extremo. Patas dirigidas hacia atrás, con los tarsos pelosos y terminados por garras. Anillos preabdominales apretados y peines bien manifiestos; anillos postabdominales con crestas salientes formando un todo moniliforme; último anillo falciforme y provisto de una uña quitinosa con punta horadada y fina, en el interior del cual existe la glándula venenosa.

Glándula venenosa del escorpión.—El último anillo de la cola del escorpión es redondeado en la base, y se prolonga en un finísimo aguijón quitinoso provisto de dos orificios opuestos, invisibles a simple vista, situados hacia la mitad del estilete. El anillo mantiene en su interior dos glándulas, adosada una a la otra; cada glándula tiene su correspondiente tubo excretor, que se reúnen en uno solo; el conducto excretor general se dirige por la uña y va a terminar próximo a los dos orificios capilares de que antes hemos hablado.

Para ver el veneno del escorpión, basta hacer la siguiente experiencia: con unas pinzas se coge uno de esos animales, procurando sujetarlo, si es posible, por la base del segmento venenoso; se le molesta un poco, y en seguida aparece a cada lado de la uña quitinosa una gotita de un líquido diáfano y viscoso, que es el veneno.

Dando un corte transversal a la uña en su parte gruesa para poder recoger en la preparación las dos glándulas, y visto el corte al microscopio con poco aumento, se observa la siguiente constitución anatómica: alrededor aparece una densa capa quitinosa protectora; circundando a cada glándula se ve la capa muscular característica de todas las glándulas; el epitelio glandular o pared interior aparece formando repliegues, que inundan la cavidad general.

La picadura del escorpión es muy dolorosa para el hom-

bre, pero jamás es mortal; inflamación de la parte u órgano atacado, dolores intensos y quizá algo de fiebre, es lo que suele ocurrir al individuo sano que tuvo la desgracia de ser picado por el escorpión; al hombre anémico, con escasa vida, como toda alteración es para ellos grave, puede traerle malas consecuencias, hasta la muerte; pero ello no autoriza a decir, como lo hacen algunos autores, que la picadura del escorpión no curada a tiempo puede acarrear la muerte; un poco de amoníaco sobre la herida es siempre conveniente y aminora los efectos del veneno.

Antiguamente se usó el escorpión para preparar el *aceite de escorpiones,* hoy sin uso alguno.

CLASE MIRIAPODOS

Con antenas, respiración traqueal, tórax y abdomen confundidos por estar formados por anillos homónomos, los cuales llevan todos apéndices pediformes articulados.

Latreille consideró a los miriápodos como último orden de los insectos, y aunque en efecto con éstos presentan grandes analogías, son mayores las diferencias que indujeron definitivamente a considerar los miriápodos como clase independiente en el tipo de los Artrópodos.

El cuerpo de los miriápodos está dividido en dos regiones: una anterior, cabeza, y otra posterior, formada por la reunión del tórax y abdomen. La cabeza es abultada, quitinosa, siempre más fuerte y obscura que el resto del cuerpo; como apéndices de la cabeza se diferencian el aparato bucal y las antenas, y como partes fijas se distinguen principalmente los ojos. Los ojos son sencillos *(estemas),* y en número de dos o más se disponen por grupos a los lados de la cabeza; por excepción, en las especies del género *Scutigera* Fabr., en el estado adulto, después de verificar la última mórfosis, aparecen a los lados de la cabeza un par de ojos compuestos, aunque con pequeño número de facetas, comparado con los ojos compuestos de los insectos. Las especies del género *Geophilus* Leach. son ciegas.

Aparato bucal masticador, menos en el género *Polygonia* Fabr., que es chupador; consiste en un *labro* o pieza impar superior poco desarrollada; un par de *mandíbulas* fuertes, quitinosas y dentadas en el borde interno; un par de *maxilas* con el cardo quitinoso dispuesto para la masticación y apén-

dices palpiformes más o menos desarrollados, a veces nulos; el *labio inferior* está formado por la reunión de un par de maxilas, unas veces soldadas y otras libres. En algunas especies hay *forcípulas* o apéndices terminados por uña robusta, donde va a parar el conducto excretor de una glándula venenosa.

Las antenas están insertas a los lados de la cabeza y articuladas en unas fositas llamadas *escroba;* con frecuencia son largas y filiformes, otras cortas y retiformes, y a veces terminadas por dos fustas multiarticuladas *(Paurópodos).*

Hemos dicho que la región posterior de los miriápodos está formada por la reunión del tórax con el abdomen; los anillos son generalmente homónomos, aunque en ocasiones unos son mayores que los otros, diferencia que se observa en toda la región posterior. Se supone que los tres primeros anillos representan al tórax y los restantes al abdomen. La constitución de estos anillos corresponde al estudio que hicimos al ocuparnos de las generalidades de Artrópodos; según el desarrollo del *noto* y *esternón*, como de los *episternones* y *epímeros*, así resultan unas veces con el cuerpo cilindráceo *(Quilognatos)* o deprimido *(Quilópodos).*

Los anillos presentan apéndices pediformes constituídos por variable número de artejos, 4 a 6, de los cuales el último termina por una garra; estas piezas articuladas son las patas, en número siempre crecido (de 10 pares a 100), a lo que aluden los nombres de *milpiés*, *ciempiés*, con que el vulgo suele distinguir a los miriápodos. Llama la atención que muchas especies presenten dos pares de patas en cada anillo, siendo así que un principio entomológico dice que a cada anillo sólo corresponde un par de apéndices; hay que suponer que cada aparente anillo está formado por la fusión de dos, y de aquí que a cada uno corresponde un par de patas.

El aparato digestivo consta de un esófago donde van a parar los conductos excretores de multitud de glándulas salivares; sigue al esófago una pequeña dilatación gástrica donde desembocan los conductos hepáticos; el tubo digestivo se continúa por el intestino delgado que termina en la parte posterior del cuerpo, produciendo una pequeña dilatación. Hay tubos de Malpigio.

El aparato circulatorio está formado por un largo tubo dorsal dividido en cámaras comunicantes, con vasos arteriales y venosos, destacándose la aorta cefálica, que forma un anillo alrededor del esófago; hay senos venosos esternales desde donde la sangre vuelve al seno pericardíaco.

La respiración es por dendrotráqueas, aunque poco manifiestas, disponiéndose los estigmas en las partes laterales

del cuerpo; en las especies del género *Scutigera* Fabr., los estigmas se hallan colocados en la línea media del cuerpo.

El sistema nervioso consiste en un collar esofágico y la cadena infraintestinal con multitud de ganglios.

Animales unisexuales ovíparos, rara vez vivíparos *(Scolopendra* L.) con metamorfosis sencillas, reducidas al aumento de algún anillo y patas. Especies terrestres que viven debajo de las piedras y, en general, en todos aquellos sitios húmedos donde se cumplen las condiciones de existencia.

Comprenden los siguientes órdenes:

Antenas ramificadas			*Paurópodos.*
Antenas no ramificadas.	Sin labio inferior o con un solo par de maxilas; orificios genitales en la parte posterior del cuerpo		*Sinfilos.*
	Con maxilas y labio inferior, o sea con dos pares de maxilas	Cuerpo deprimido; un solo par de patas en cada anillo; orificios genitales en el extremo posterior del cuerpo	*Quilópodos.*
		Cuerpo cilindráceo; dos pares de patas en cada aparente anillo; dos orificios genitales en el segundo o entre el segundo y tercer anillo	*Quilognatos.*

Paurópodos.—Antenas con dos fustas multiarticuladas; orificios genitales colocados en la base del segundo par de patas. El *Pauropus Huxleyi* Lubbck. es frecuente en Europa.

Sinfilos.—Cuerpo constituído por anillos de diverso tamaño; antenas multiarticuladas e indivisas; un par de maxilas y sin labio inferior. Orificios sexuales en la parte posterior del cuerpo. La *Scolopendrella inmaculata* Gerv., única especie del orden, se encuentra en Francia.

Quilópodos.—Cuerpo deprimido con un solo par de patas en cada anillo, articulándose estos apéndices en las partes laterales del cuerpo; tal disposición depende de que el noto y esternón son planos y los dos semianillos alcanzan próximamente el mismo desarrollo. El aparato bucal es fuerte y quitinoso; hay maxilas, labio inferior bífido (segundo par de maxilas) y forcípulas venenosas. Organos genitales en el extremo posterior del cuerpo, verificándose la fecundación por medio de espermatóforos.

Scutigera Fabr.—Ojos compuestos; orificios estigmáticos

en la línea media del cuerpo; cuerpo corto, patas larguísimas y multiarticuladas en el extremo. La *S. violacea* L., *S. araneoides* Latr., *S. coleoptrata* L. y otras son comunes en España, viéndoselas por la noche y cuando el tiempo es húmedo, por las paredes de las casas campestres.

Lithobius Leach.—Anillos alternativamente largos y pequeños. El *L. forficatus* Gerv. es frecuente en nuestra fauna.

Geophilus Leach.—Muy largos y con gran número de anillos; carecen de ojos. *G. acuminatus* Leach., de España; *G. carpophagus, G. electricus* L., etc.

Scolopendra L.—Cuatro estemas a cada lado de la cabeza; último par dn patas robustas y dirigidas hacia atrás; 21 segmentos homónomos y otros tantos pares de patas; forcípulas muy desarrolladas. Una de las mayores de nuestra fauna es la *Scolopendra morsitans* Gerv., o *escolopendra*, que se encuentra comúnmente debajo de las piedras; la picadura de la escolopendra es dolorosa, pero nunca acarrea trastornos notables al organismo. En la antigüedad tuvo importancia medicinal, pero hoy sin uso alguno.

Quilognatos.—Cuerpo cilíndrico o subcilíndrico, con anillos apretados y provistos de dos pares de patas, menos los correspondientes a los torácicos, que sólo llevan un par. Las patas se insertan unas muy próximas a las otras y cerca de la línea media ventral; tal disposición depende del gran desarrollo del noto y epímeros y quedar casi rudimentarios el esternón y episternones. Antenas cortas de 6 a 7 artejos y setiformes. Aparato bucal claramente masticador, sin forcípulas venenosas. Como órganos de defensa tienen *glándulas cianógenas* dispuestas por pares que se abren a los lados del cuerpo; en el líquido segregado se ha encontrado ácido cianhídrico, al que debe las propiedades venenosas. La especie más común en el *Julus terrestris* L., vulgarmente *cardadores*.

Aparte de la importancia de la *escolopendra*, por el veneno que puede inocular, son muchos los miriápodos que accidentalmente pueden producir acción patológica en el hombre. En el campo, en las casas de labor y, en general, en las viviendas campesinas, no es raro que ciertos miriápodos penetren, durante el sueño de las personas, en los oídos y en las fosas nasales, produciendo trastornos dolorosos. También con las frutas averiadas llegan estos seres al aparato digestivo del hombre, pudiendo aclimatarse en nuestro organismo y producir afecciones graves. Blanchart, Neveu-Lemaire, Focken y otros han observado varios casos. Entre las especies citadas se hallan el *Geophilus carpophagus*, *G. electricus*, *Lithobius forficatus*, *Scutigera coleoptrata*, *Julus terrestris*, etc., etc.

BIBLIOTECA
DEL
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

CLASE INSECTOS

Con antenas, respiración traqueal y tres pares de patas.

La cutícola es quitinosa, nunca calcárea. Segmentación bien manifiesta, pudiendo distinguirse en el cuerpo de los insectos tres regiones: una anterior, *cabeza;* otra media, *tórax*, y la posterior, o *abdomen*.

Región cefálica o región anterior; hay que distinguir partes fijas y apéndices. Puede considerarse la cabeza como una caja con dos aberturas, una anterior, llamada *boca*, y otra posterior, conocida con el nombre de *agujero occipital*, por donde pasa no solamente el sistema nervioso, sino también el tubo digestivo. La cabeza está formada por diferentes anillos tan íntimamente unidos, que muchas veces no se diferencian al exterior más que por los apéndices que en ellos toman inserción: la parte dorsal, en una cabeza tipo, está formada por cuatro piezas que se denominan, de adelante atrás: *epístoma*, *postepistoma*, *epicráneo* y *protocráneo*. De todas las piezas indicadas, la más importante, porque nunca falta, es el *epicráneo;* en el epicráneo hay piezas impares centrales, cuales son el *occipucio*, *vértice* y *frente;* y como piezas pares, y, por lo tanto, laterales se hallan las *sienes* y *mejillas*. En la parte inferior de la cabeza se diferencian dos piezas: una anterior, *prebasilar*, y otra posterior, *basilar*.

Como partes fijas de la cabeza, pueden estudiarse los ojos; existen en la mayoría de los insectos y sólo faltan en aquellos cavernícolas que viven en sitios donde la luz no llega. Los ojos pueden ser *sencillos (estemas)* o *compuestos*, según que tengan una o varias facetas; los ojos sencillos son frecuentes en los Ortópteros y casi constantes en los Arquípteros y Neurópteros, y existen cuando más en número de tres, que se colocan entre los ojos compuestos o por delante de ellos. Hay casos, como ocurre en los Colembolos y Tisanuros, que, no habiendo ojos compuestos, los sencillos están colocados a los lados de la cabeza; los estemas pueden considerarse como restos de las formas larvarias que trascienden a la adulta; las especies que presentan ojos sencillos del modo que hemos indicado, como pasa con las del género *Campodea*

Westw., son los insectos más sencillos, los que enlazan esta clase con la antigua de los Miriápodos. Los ojos compuestos son los más constantes en los insectos y están situados en las partes anterolaterales de la cabeza.

Los apéndices de la cabeza son las antenas y el aparato bucal.

Antenas.—En la parte anterosuperior de la cabeza siempre existen un par de apéndices articulados que reciben el nombre de antenas; se articulan en el primer anillo cefálico y de éste en el semianillo inferior; el estudio en el embrión así lo demuestra, pues, aunque aparentemente aparecen colocadas sobre el semianillo superior, depende sólo de que, a medida que el embrión crece, lo hace también el semianillo inferior, siempre preponderante sobre el superior, y claro es, las antenas son empujadas hacia arriba. Las antenas se insertan en una depresión o cavidad que recibe el nombre de *escroba.*

El número y forma de los artejos constitutivos de las antenas son por extremo variados; cuando están formadas por pocos artejos, el número suele ser constante, no sólo en la especie o género, sino hasta en la familia, como ocurre con algunas de Hemípteros y Dípteros. Raras son las antenas que no pueden referirse a un tipo determinado (individuos machos del género *Cerocoma* de los Meloidos), llamándose entonces *irregulares.* Las principales formas de antenas son las siguientes: *Filiformes,* constituídas por gran número de artejos cilíndricos, sensiblemente iguales; *Moniliformes,* como las anteriores, con la diferencia que los artejos son esféricos; *Nudosas,* artejos cónicos con la base dirigida hacia la parte superior; *Setiformes,* formadas por pocos artejos que decrecen visiblemente en magnitud a medida que se acercan al ápice; *Setáceas,* como las anteriores, pero formadas por muchos artejos; *Mazudas,* en forma de maza; es decir, constituídas por artejos iguales, menos los últimos, que son bastante más gruesos que los restantes; *Perfoliadas,* parecidas a las anteriores, con los artejos de la maza en forma de taza; *Aserradas,* los artejos tienen un pequeño diente, todos dirigidos hacia un lado; *Dentadas,* como las anteriores, pero con el diente bien visible y desarrollado; *Lamiliformes,* artejos extendidos en forma de hoja o lámina; *Plumosas,* cada artejo tiene dos apéndices o hilitos opuestos, dando al conjunto una forma de pluma; por último, en los Curculiónidos (Coleópteros) aparecen unas antenas muy curiosas que reciben el nombre de *antenas geniculadas,* constituídas por un largo artejo basilar *(escapo)* y un conjunto de artejos terminado en maza *(funículo);* la unión del escapo con el funículo forma un ángulo más o menos abierto.

Aparato bucal.—El aparato bucal aporta uno de los caracteres más hermosos para la diferenciación de los distintos órdenes de insectos. Las diferentes piezas del aparato bucal *(labro, mandíbulas, maxilas* y *palpos maxilares, labio inferior* y *palpos labiales)* son originariamente iguales, pero luego van diferenciándose según los fines a que más tarde se dedican.

Los insectos pueden ser masticadores (Arquípteros, Neurópteros, Ortópteros y Coleópteros), masticadores y lamedores (Himenópteros) y chupadores (Hemípteros, Dípteros y Lepidópteros). Con objeto de no complicar el estudio, y teniendo en cuenta que todos los insectos, por lo menos en estado larvario, son masticadores, y que el aparato bucal de los lamedores y chupadores puede referirse al masticador, de éste nos ocuparemos en la presente ocasión, reservando el estudio de aquéllos para cuando tratemos de los órdenes en particular.

Consta el aparato bucal masticador de una pieza superior impar llamada *labro,* de forma variable, triangular, rectangular o trapezoidal, que no es más que una prolongación del epístoma, de ningún modo pieza articulada; pues si presenta movimientos es debido a la flexibilidad de la pieza.

Sigue al labro un par de apéndices articulados, fuertes y quitinosos, que reciben el nombre de *mandíbulas;* presentan generalmente el borde interno dentado, que algunos naturalistas distinguían con los nombres de incisivos, caninos y molares. En el *Lucanus cervus,* por ejemplo, las mandíbulas alcanzan extraordinario desarrollo; pero hay algunas especies de Pérlidos y Efeméridos en que o son membranosas, o por completo desaparecen, aunque lo último es excepcional.

Por debajo de las mandíbulas hay un par de piezas articuladas que reciben el nombre de *maxilas;* son de menor consistencia que las mandíbulas, y cada una está provista de un apéndice articulado que recibe el nombre de *palpo maxilar.* En cada maxila tipo pueden distinguirse las siguientes piezas: un artejo básico grueso y corto, que es el *cardo;* un segundo artejo largo y más estrecho que el anterior, llamado *tallo;* hacia la mitad del tallo se articula el *palpo maxilar,* constituído por variable número de artejos, de uno a cinco; en la parte superior del tallo hay dos piezas, con frecuencia sencillas, articuladas una hacia la parte interna *(lóbulo interno)* y la otra hacia fuera *(lóbulo externo).* La forma del palpo y lóbulos es variable, y a ellos se atiende con frecuencia para la distinción genérica y hasta de familias.

Debajo de las maxilas hay una pieza complicada que recibe el nombre de *labio inferior;* el labio inferior, llamado tam-

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

bién *segundo par de maxilas*, puede considerarse resultado de la unión en la línea media de dos maxilas de igual constitución que las descritas. En el labio inferior se distinguen las siguientes partes: una porción básica o *barberol*, una región media o *hipoglotis*, donde se articula a cada lado un *palpo labial*, y una región apical o anterior, llamada *lengüeta*, con dos apéndices laterales o *paraglotis*.

El barberol está formado por la unión de los cardos de las maxilas, la hipoglotis por los tallos, la lengüeta representa la unión de los lóbulos internos, la paraglotis a los lóbulos externos, y, por último, los palpos labiales representan a los palpos maxilares.

Región torácica o región media de los insectos; está formado el tórax por tres anillos: anterior o *protórax*, medio o *mesotórax* y posterior o *metatórax;* los semianillos dorsales de los anillos torácicos se denominan, respectivamente, *pronoto*, *mesonoto* y *metanoto*, siendo los semianillos ventrales el *propecto*, *mesopecto* y *metapecto*.

Con frecuencia en la reglón torácica aparece un cuarto anillo soldado al metatórax, qae recibe el nombre de *anillo mediano*. En el tórax se insertan las patas y alas; constantemente hay tres pares de patas, un par articulado en el protórax *(patas protorácicas)*, otro en el mesotórax *(patas mesotorácicas)*, y otro par en el metatórax *(patas metatorácicas)*.

En las patas se distinguen diferentes piezas, que son, a partir del extremo superior, *la cadera*, *trocánter*, *fémur*, *tibia* y *tarso;* todas estas piezas son sencillas, excepción hecha del *tarso*, que puede constar hasta de cinco artejos. Las patas pueden ser *corredoras*, *saltadoras*, *nadadoras* o *prensoras*, según la forma y el desarrollo que adquieran.

Otros apéndices de la región torácica son las *alas;* los insectos son los únicos artrópodos que pueden ser alados. Son las alas órganos de la parte dorsal del tórax, dispuestos por pares sobre el mesotórax *(alas mesotorácicas* o *anteriores)* y metatórax *(alas metatorácicas* o *posteriores);* el protórax carece de alas, aunque es sabido que los primitivos insectos alados, los que vivieron en otros períodos geológicos, tuvieron también alas protorácicas; relacionado con lo que decimos, puede citarse un insecto del Brasil llamado *Arlequín de Cayena (Acrocinus longimanus)*, correspondiente a la familia Cerambícidos, que tiene en el protórax dos apéndices piriformes, movibles y articulados, que parecen ser rudimentos del par de alas protorácicas de los antiguos insectos. Las alas están constituídas por las venas o ejes rígidos y una doble membrana que se coloca sobre ellas al modo que lo hace el papel

o tela sobre las varillas de un abanico. Dos son los nervios o venas principales del ala: 1.ª, *vena radial* o anterior, y 2.ª, *vena anal* o posterior; las dos venas dividen el ala en tres espacios, que se llaman *campos:* uno anterior *(campo marginal)*, otro medio *(campo discoidal)* y otro posterior *(campo anal)*, las venillas secundarias dividen los campos en espacios más pequeños, que se denominan *áreas* o *celdillas*. Con frecuencia las alas anteriores son duras, quitinosas *(élitros)*, y las posteriores membranosas, como ocurre en los Coleópteros; otras veces la mitad anterior de las alas mesotorácicas son elitroideas y la parte posterior membranosa *(hemiélitro)*, pasando esto en una gran cantidad de Hemípteros; las cuatro alas membranosas (Lepidópteros, Himenópteros, etc); puede faltar el par de alas metatorácicas (Dípteros), o ser ápteros; es decir, que faltan los dos pares de alas (pulgas, chinches, etc.). Por fin, las alas sufren grandes modificaciones que ya iremos indicando en lugar oportuno.

Región abdominal.—Es la región posterior del cuerpo; está formada de una serie de anillos en número y forma variable, desprovistos los anteriores de todo apéndice (excepción hecha de ciertos Arquípteros); pero en el posterior se diferencian unos órganos apendiculares, relacionados con las funciones reproductoras, que en las hembras se denomina *taladro* u *oviscapto*, según los grupos. El abdomen se une al tórax por intermedio del *anillo mediano;* unas veces la región abdominal está unida al tórax por toda la extensión del primer anillo, siendo éste ancho *(abdomen sentado)*, pudiendo ocurrir que la articulación sea por intermedio de un anillo tan delgado que forma como un pedúnculo *(abdomen pedunculado)*, habiendo en tal caso gran diferenciación entre las dos regiones, torácica y abdominal.

Organización interna.—Aparato digestivo con dos aberturas opuestas; en la parte anterior se encuentra la boca, cuya constitución ya hemos indicado; siguen luego diversas cavidades, como son la faringe, esófago, molleja, estómago e intestino, que va a desembocar al ano o cloaca, que está colocada en el extremo posterior del cuerpo; en ciertos insectos existe una dilatación esofágica que recibe el nombre de buche. No obstante lo indicado, puede sufrir grandes modificaciones el aparato digestivo, según el régimen alimenticio que tengan. Van a parar al tubo digestivo los conductor excretores de diferentes glándulas, entre las que se encuentran los folículos gástricos, las glándulas salivares y los tubos de Malpigio.

El aparato circulatorio es sencillo; consiste esencialmente

en un vaso dorsal contráctil o corazón, dividido en cámaras por tabiques transversales incompletos; anteriormente se prolonga en una aorta cefálica. El corazón está mantenido en la cavidad del cuerpo por medio de unos músculos que se insertan en los arcos dorsales del abdomen; constituyen éstos las *alas del corazón*. La sangre carece de glóbulos rojos, pero en cambio mantiene en suspensión unos glóbulos blancos sumamente desarrollados; tanto, que son desproporcionados con relación al cuerpo del animal; los glóbulos con frecuencia carecen de núcleo en la fase larvaria del animal, pero se hacen nucleados cuando llegan a la adulta. Puede ser incolora la sangre, pero más frecuentemente tiene tinte azulado, debido a la hemocianina; sabido es, sin embargo, que el color de la sangre puede depender del que tengan los alimentos que emplea el animal; así, las larvas que se alimentan de órganos vegetales, ricos en clorofila, tienen la sangre de color verde.

El aparato respiratorio es traqueal y se pone en comunicación con el exterior por medio de unos orificios llamados *estigmas;* con frecuencia en el estigma hay una válvula que intercepta la abertura traqueal, así como también existe un reborde periestigmático de bastante consistencia, que es el *peritrema*. Las tráqueas pueden permanecer independientes las unas de las otras, o, por el contrario, reunirse por intermedio de tubos longitudinales. El número y situación de los estigmas es variable, pero ordinariamente se colocan del protórax hacia la parte posterior del cuerpo.

Las larvas que llevan vida acuática (*Ephemera*, *Libellula*, Anopheles) presentan *pseudobranquias* externas y no son más que tráqueas ramificadas a modo de pinceles o laminillas branquiales que están destinadas a purificar el aire que se encuentra en el interior del aparato traqueal.

El sistema nervioso está constituído por una masa cefálica supraesofágica formada a su vez por tres pares de glanglios (*protocerebro*, *deutocerebro* y *tritocerebro*), y otra masa ganglionar infraesofágica también constituída por tres pares de ganglios; los ganglios supra e infraesofágicos están unidos por un cordón nervioso, constituyendo el todo el collar esofágico. De la masa infraesofágica parte la cadena infraintestinal, compuesta de un número variable de ganglios, que como máximum son tres ganglios torácicos y once abdominales, aunque esto no es lo normal. Existe, además, en los insectos un sistema nervioso visceral relacionado con los ganglios cefálicos.

Existen órganos sensoriales en los insectos; los ojos ya di-

jimos que podían ser sencillos y compuestos, colocados en la parte central o laterales de la cabeza; el tacto reside en las antenas, palpos y tarso; el olfato, en las antenas; el gusto, en los comienzos del tubo digestivo. El oído consiste en cavidades limitadas por tersa membrana y con cajas de refuerzo del sonido, que son tráqueas dilatadas; la posición del oído es variable: en un grillo están colocados en las tibias del primer par de patas; en los saltamontes aparecen en la base del abdomen. Integran los oídos de estos insectos unos órganos llamados *cordotonales*, que están repartidos con regularidad por los anillos y apéndices; tales órganos están formados por fibras nerviosas terminadas por una célula ganglionar que a su vez emite una prolongación o fibrilla terminada por un corpúsculo claviforme llamada *clavo escolopal.*

Animales unisexuales, ovíparos, rara vez *larvíparos;* es decir, que los huevos se desarrollan en el cuerpo de la hembra hasta la formación de larva; lo general es que los huevos salgan al exterior y queden o aislados o unidos mediante la ooteca. Al romper el animal la cáscara del huevo, puede ocurrir que tenga ya la forma del adulto *(metamorfosis sencilla)* o que sea muy distinta de la que ha de tener cuando llega a ser sexuado *(metamorfosis complicada).*

Las larvas de los insectos de metamorfosis sencilla (Arquípteros, Ortópteros y Hemípteros) no hacen más que desarrollar las alas y aumentar de volumen para ser animal adulto. Los de metamorfosis complicadas (Neurópteros, Coleópteros, Himenópteros, Dípteros y Lepidópteros) tienen dos fases larvarias: *larva* y *ninfa;* las *larvas* son todas masticadoras, ágiles y activas hasta que llegan a tal estado que ya poseen alimentos de reserva necesarios para evolucionar; viene luego la fase característica de metamorfosis complicada, o sea la de *ninfa*, que permanece en reposo o en vida latente; allí evoluciona, formándose todos los órganos necesarios para la vida del individuo, y se transforma en animal adulto.

Frecuente la partenogénesis, unas veces normal y otras accidental.

La clasificación clásica de los insectos es la que va en el cuadro, pero muchos entomólogos los dividen en dos subclases: *Apterígidos (Tisanuros)* o sin alas, y *Pterígidos* (todos los restantes insectos) o con alas.

- Aparato bucal masticador.....
  - Alas mesotorácicas y metatorácicas membranosas.....
    - Metamorfosis sencillas; menos de cinco artejos en los tarsos..... *Arquípteros*
    - Metamorfosis complicadas; cinco artejos en los tarsos. *Neurópteros.*
  - Alas mesotorácicas elitroideas y las metatorácicas membranosas.
    - Metamorfosis sencilla; alas metatorácicas plegadas longitudinalmente durante el reposo. *Ortópteros.*
    - Metamorfosis complicada; alas metatorácicas plegadas transversalmente durante el reposo. *Coleópteros.*
- Aparato bucal masticador y lamedor; cinco artejos en los tarsos; las cuatro alas membranosas, con nerviaciones que producen grandes celdas..... *Himenópteros*
- Aparato bucal chupador.....
  - Con dos alas membranosas faltando constantemente las metatorácicas; metamorfosis complicada; aparato bucal formando una probóscide.... *Dípteros.*
  - Con cuatro alas.
    - Metamorfosis sencillas; pico articulado..... *Hemípteros.*
    - Metamorfosis complicada; con espiritrompa; alas cubiertas de escamitas..... *Lepidópteros*

COLEÓPTEROS

Aparato bucal masticador. Alas mesotorácicas duras *(elitros)*, las metatorácicas membranosas, más largas que las elitroideas, plegándose por lo mismo transversalmente durante el reposo. Protórax bien desarrollado y libre de los demás anillos torácicos. Metamorfosis complicadas.

Comprende más de cien mil especies, divididas en gran número de familias. Atendiendo al número de artejos que forman los tarsos, se dividen en cuatro secciones.

- Cinco artejos bien desarrollados en todos los tarsos..... *Pentámeros.*
- Cinco artejos en los tarsos de las patas protorácicas y mesotorácicas y cuatro en las metatorácicas..... *Heterómeros.*

Cuatro artejos y uno rudimentario en todos los tarsos ..... *Criptopentámeros.*
Tres artejos y uno rudimentario en todos los tarsos ..... *Criptotetrámeros.*

SECCIÓN HETERÓMEROS

Uñas sencillas; cinco anillos abdominales..... *Tenebriónidos.*
Uñas bífidas; seis o siete anillos abdominales..... *Meloidos.*

FAMILIA MELOIDOS

Reciben también los nombres de *epispásticos* e *insectos vesicantes.*

Como correspondientes a la sección de los Heterómeros, tienen cinco artejos en los tarsos de las patas protorácicas y mesotorácicas y cuatro bien perceptibles en los tarsos de las metatorácicas. Abdomen con más de cinco anillos; uñas bífidas.

La cabeza es triangular o cordiforme y articulada al protórax mediante un estrechamiento o cuello. Antenas de forma variable, según los géneros, con frecuencia constituídas por once artejos. Abdomen constituído por seis o siete anillos. Cuando son sorprendidos se hacen los muertos, arrojando un líquido aceitoso de propiedades vesicantes. En el desarrollo hay casos curiosos de hipermetamorfosis.

Contienen un principio activo vesicante llamado *cantaridina*, al que deben la importancia medicinal los meloidos.

Comprenden las siguientes tribus:

Elitros asolapados, cruzados inmediatamente después del escudo. Sin alas metatorácicas..... *Meloideos.*
Elitros no asolapados; con alas metatorácicas.. Elitros enteros.... Antenas mazudas.... *Zonabrideos.*
Elitros enteros.... Antenas no mazudas. *Cantarideos.*
Elitros truncados en el extremo posterior..... *Sitarideos.*

TRIBU MELOIDEOS

Género meloe L.—Cabeza triangular con los ángulos redondeados, antenas de 11 artejos, insertas en el borde anterointerior de los ojos y por detrás de la sutura frontal. Elitros asolapados, frecuentemente más cortos que el abdomen. Uñas con dos ramas simples. Abdomen grande, constituído por siete anillos.

Metamorfosis.—Los huevos son depositados en agujeros que la hembra practica en la tierra arcillosa; los huevos son cilindráceos, con los extremos redondeados, amarillentos, y aparecen reunidos en crecido número. Al cabo de algunos días, si las condiciones fueron favorables, aparece una *primera larva campodeiforme* y exápoda; es una larva activa, se la ve correr de un lado para otro, y sube a las flores de ciertas plantas y allí permanece hasta conseguir apresarse al cuerpo de un ápido; al verse molestado, el insecto marcha a su nido, yendo con él la larva del meloido. La larva, en la nueva habitación, comienza por devorar el huevo que allí halla del himenóptero, alimentándose luego de la miel y otros materiales de reserva; allí sufre una nueva mórfosis transformándose en *larva carabidoide*, ciega y con patas muy cortas, pero robustas. La larva se transforma luego en *pseudocrisálida*, que a su vez, evolucionando, se convierte en larva activa o *segunda larva carabidoide;* esta larva se transforma en *ninfa* o fase de vida letárgica, que en definitiva produce el insecto adulto.

Muchas son las especies españolas correspondientes al género *Meloe* L., pero las más interesantes y que conviene conocer son las que a continuación estudiamos; todas reciben los nombres vulgares de *aceiteras* o *carralejas*.

Meloe majalis L.—Cuerpo alargado; cabeza lisa, negra y brillante; antenas comprimidas, delgadas y con el último artejo escotado o bífido en su extremidad. Protórax escotado detrás del cuello y truncado en el ápice. Elitros con depresiones humerales profundas, prolongadas en el macho hasta el borde inferior del anilio básico abdominal, llegando en la hembra hasta el segundo anillo; es decir, que en uno y otro casi todo el abdomen queda al descubierto. Abdomen grande, presentando en las junturas dorsales de los cinco primeros anillos unas franjas amarillo-rojizas muy patentes en los individuos vivos.

En la primavera es abundante en todas las provincias españolas, principalmente en las extremeñas y andaluzas.

Meloe lævigata Fabr.—Considerada por algunos entomólogos como variedad del *M. majalis*, con la que desde luego tiene muchos puntos de contacto; se distingue de la anterior por carecer de las franjas anaranjadas abdominales. Todo el cuerpo es negro y algo brillante. Más rara que la anterior; nosotros hemos recogido algunos ejemplares en las proximidades de Toledo y en Extremadura; está citada en la mayor parte de las provincias españolas.

Meloe corallifer Hoffm.—Cuerpo negruzco; cabeza dividi-

da en dos lóbulos por medio de un surco longitudinal profundo; antenas filiformes con el último artejo entero y puntiforme. Protórax rugoso punteado, adornado lateralmente por dos tubérculos a cada lado, de coloración rojiza. Elitros cortos con débiles estriaciones longitudinales. Abdomen rugoso con pelos finos. Patas delgadas y pelosas, terminadas por uñas bífidas de color rojo obscuro

Citada en muchos puntos de la Península; nosotros lo hemos recogido en los alrededores de Madrid y en la provincia de Cáceres.

Meloe proscarabæus L.—Cuerpo azulado obscuro, a veces con tonos violáceos; cabeza con una depresión transversal entre el borde interno de cada ojo y la base de las antenas, apareciendo también, en la región cefálica, muchos puntos confluentes. Antenas en los machos, geniculadas, constituídas por artejos irregulares, sobre todo los medios. Protórax cuadrado. Elitros rugosos y obscuros. Uñas testáceas.

Raro en las provincias centrales; frecuente en las del Norte y abundante en Galicia; nosotros lo hemos recogido en abundancia en el Jardín Botánico de Santiago de Compostela.

Meloe insignis Charp.—Es la carraleja de mayor tamaño. Cabeza negruzca, con una gran mancha roja detrás de los ojos, que puede ser única o tener dos, una a cada lado de la cabeza. Elitros lisos y negruzcos. Esta especie se encuentra en la provincia de Murcia y Motril (Granada).

Meloe variegatus Donov.—Color cobrizo, con reflejos purpúreos. Cabeza grande con muchos puntos o tuberculitos; frente de color verde. Antenas adelgazadas hacia su extremidad, con los primeros anillos pubescentes. Elitros cobrizos, con depresiones humerales bien manifiestas. Abdomen negro violáceo, con fajas verdes y purpúreas.

Citado en muchas provincias españolas, siendo abundante en las meridionales.

Meloe purpurasceus Germ.—Color cobrizo, con irisaciones. Cabeza tan ancha como el protórax. Antenas adelgazadas hacia el extremo, con los tres primeros artejos violáceos. Pronoto rugoso, con depresiones marginales profundas. Elitros tuberculosos. Abdomen de color obscuro, pero metálico.

Se encuentra en diferentes puntos de Cataluña, habiéndolo recogido nosotros en los alrededores de Barcelona.

Meloe tuccius Ross.—Cuerpo negro brillante. Cabeza y pronoto con abundantes puntos gruesos. Antenas submoniliformes. Elitros socavados de puntos y emarginados hasta casi

la terminación. Patas gruesas y pubescentes. Uñas de color rojizo. Abdomen con los dos últimos anillos provistos de bandas brillantes.

Es frecuente en varias provincias españolas: Madrid, Navarra, Córdoba, etc.

Meloe violaceus Mars.—Cuerpo violáceo o azulado. Cabeza adornada con pequeños puntitos; entre la base de las antenas y el borde interno de cada ojo existe una depresión longitudinal. Antenas geniculadas en los machos, con los artejos 6 y 7 arqueados; en las hembras los artejos 8 a 10 de las antenas son moniliformes. Pronoto más largo que ancho. Elitros finamente rugosos. Abdomen generalmente de color violáceo. Uñas testáceas.

Se encuentra en varias regiones de la Península: Galicia, Andalucía, Cataluña y Aragón.

Las especies descritas, excepto el *M. insignis*, son las más comunes en España, y, por lo tanto, las más usadas en farmacia. Otras especies del mencionado género habitan nuestra Península, como son el *M. brevicollis* Panz., *M. autumnalis* Olivier, *M. cicatricossus* Leach., *M. murinus* Bra. et Erich., etc.

Cualesquiera de las especies descritas o indicadas pueden hallarse en el mercado; pero las más frecuentes son el *M. majalis* y *M. proscarabœus*, y de éstas la primera. Allí se encuentran desecadas, con la cabeza, si la tienen, inclinada sobre el tórax; no tienen antenas ni patas, o conservan sólo restos de ellas. Contienen buena proporción de cantaridina; por eso se destinan a la medicina veterinaria, y, sobre todo, para la preparación industrial del principio activo.

TRIBU ZONABRIDEOS

Hay que distinguir tres géneros:

Antenas insertas detrás de la sutura frontal..	Antenas con once artejos....	*Zonabris.*
	Antenas con nueve artejos...	*Coryna.*
Antenas insertas por delante de la sutura frontal.....		*Cerocoma.*

Género zonabris.—Antenas mazudas de 11 artejos, insertas un poco antes de la escotadura de los ojos y por detrás de la sutura frontal. Ojos débilmente escotados. Elitros de poca consistencia, tan largos como el abdomen, y frecuentemente de color amarillento, con bandas o puntos negruzcos.

Alas metatorácicas bien desarrolladas. Patas largas, con las tibias terminadas por dos espinas.

Metamorfosis.—En el rigor del verano, las hembras fecundadas aprovechan las últimas horas de la tarde para hacer la postura de los huevos; éstos son colocados en excavaciones practicadas en la tierra por la hembra. Según la temperatura, al cabo de cierto tiempo sale una primera *larva campodeiforme*, no tan activa como la de las carralejas; hasta aquí fué conocido desde hace mucho tiempo, pero no el término de la evolución. Ya en 1882, el distinguido farmacéutico y entomólogo español señor Górriz y Muñoz, sospechó si la larva campodeiforme de los Zonabris seguirá la evolución viviendo parásita sobre los ortópteros. Más tarde (1890), M. Künckel d'Herculais comprobó la sospecha del naturalista español, estudiando la evolución e hipermetamorfosis del *Zonabris Schrebersi*, y, en efecto, la primera larva o *campodeiforme* penetra en el canutillo donde están depositados los huevos del *Stauronotus maroccanus* (Acrídido), y, alimentándose de ellos, continúa el desarrollo, produciendo una segunda larva *carabidoide*, a la que sigue otra del mismo tipo, y, por último, la *ninfa*, que directamente produce el animal sexuado. El animal adulto vive sobre las flores de diversas plantas.

Estas especies fueron estudiadas, antiguamente, en el género *Mylabris*, hoy consideradas todas del género *Zonabris*.

Z. variabilis Pall.—Cabeza negra, lustrosa, con la frente marcada con una manchita roja; antenas mazudas, como es general al grupo, ojos reniformes. Elitros amarillos, con tres fajas transversales negras y sinuadas, separadas entre sí. Es frecuente en casi toda la Península; más en la región septentrional y límites de la central.

Z. 4-punctata L.—Cabeza negra, erizada de pelos negros y finamente punteada. Antenas negras, con la primera mitad de los artejos pelosos. Elitros amarillentos, cada uno con cuatro puntos simétricos y una mancha apical en forma de herradura. Tan común o más que la especie anterior; domina en la región central y septentrional.

Z. 12-punctata Oliv.—Cabeza negra, fuertemente punteada y con pelos negros y grisáceo-blanquecinos. Elitros amarillentos, sin mancha apical, pero con seis puntitos negros en cada élitro. Se encuentra en varios sitios de la Península: Cataluña, Madrid; nosotros la hemos recogido en Extremadura (Plasencia) sobre los gamones.

Z. geminata Fabr.—Cabeza negra, punteada y con una marcada depresión en la frente; toda esta región está erizada de pelos negros. Elitros de color amarillo pálido, sin mancha

apical, con cinco puntos (2-1-2) por cada élitro, de los cuales el punto medio forma una mancha sinuada transversal que se corresponde con la del otro élitro. Común en muchas regiones de España.

Z. varians Gill.—Cabeza pelosa, con depresión transversal en la frente. Elitros de color rojizo o amarillo ocráceo, sin mancha apical y con cuatro puntos negros por cada élitro; en algunas formas de esta especie se notan cinco puntos por cada élitro. Se encuentra en Navarra, Castilla, Aragón, etc.

Z. Uhagonii Mart. Sáez.—Cuerpo verde o azulado verdoso, con pelos blanquecinos y negruzcos. Elitros estrechados hacia la parte posterior; color amarillo testáceo, a veces rojizos, adornados con seis manchas por cada élitro, azulado-obscuras; carecen de mancha apical. Frecuente en la provincia de Madrid (Montarco, Aranjuez, etc.); se encuentra también en otros sitios de la Península.

A más de las especies descritas, se hallan en España otras, como son el *Zonabris 10-punctata* Fab., *Z. Dejeani* Gil., *Z. hieracii* Graell, *Z. Dufouri* Graell, *Z. oleæ* Cast., etc. Por la acción vesicante de estas especies, fueron recomendadas como medicinales por algunos farmacólogos, habiendo formado parte de algunos preparados farmacéuticos; fueron conocidas desde la más remota antigüedad por sus virtudes medicinales.

Género GORYNA Billb.—Antenas mazudas, adelgazadas en la base, de 9 artejos e insertas un poco antes de la escotadura de los ojos y por detrás de la sutura frontal. Elitros de poca consistencia, pero cubren superiormente el abdomen. Alas metatorácicas bien desarrolladas.

Una especie se conoce en la fauna española:

Goryna Bilbergi Schænh.—Cuerpo negro y brillante; cabeza con la frente aplanada y toda ella adornada con cortos pelos. Ojos reniformes. Antenas mazudas y de 9 artejos. Elitros amarillo-rojizos, con cinco puntos negros y dos manchitas marginales, la posteroexterior más manifiesta. Patas negras con los tarsos pelosos; uñas bífidas y rojizas.

Se encuentra sobre las flores de la amapola y malva silvestre. Navarra, Aragón, etc. Por el aspecto, esta especie se parece mucho a las del género Zonabris, pero no hay más que fijarse en el número de artejos de las antenas para poderla distinguir.

Género CEROCOMA Geoffr.—Antenas insertas por delante de la sutura frontal y compuestas de 9 artejos; en el macho las antenas son irregulares; es decir, que no pueden referirse a ninguno de los tipos generales; en la hembra son mazudas.

Elitros flexibles y casi planos. Tibias terminadas por dos espinas. Abdomen de seis o siete anillos.

Desarrollo.—Fabre há demostrado que las especies del género Cerocoma sufren las fases de hipermetamorfosis que son generales a los meloidos. En efecto: la larva campodeiforme llega a las celdillas de los Himenópteros y se alimenta de los huevos y substancias de reserva que allí existen, más de larvas de Ortópteros que allí llevó el himenóptero para que sirvieran de alimento para sus hijos; en aquellas celdillas se transforma en las larvas carabidoides, pseudoninfa y ninfa definitiva.

Cerocoma Schreberi Fabr.—Cabeza de color azulado verdoso; antenas irregulares en el macho, de color amarillo rojizo. Elitros rugosos punteados, de color azulado verdoso y con pelos blanquecinos. Abdomen con los dos últimos anillos de color azulado; los restantes, amarillo-rojizos. Patas en el macho, amarillas, menos parte de las matatorácicas, que son verdosas o azuladas; en las hembras, los tarsos y tibias, negros; el resto, azulado.

Frecuente sobre las Umbelíferas y Compuestas, en la mayor parte de las regiones españolas.

Cerocoma Schæfferi Fabr.—Cabeza caniculada en el vértice, de color verde metálico, con brochitas de pelos blanquecinos. Antenas amarillo-rojizas, irregulares en el macho. Elitros aplanados, verde-metálicos, con pelos blanco. Abdomen completamente verdoso o con tinte azulado. Patas amarillo-rojizas. Uñas testáceas.

Más frecuente que la especie anterior, encontrándose, como aquélla, en casi toda España, y sobre las flores de determinadas Compuestas y Umbelíferas.

TRIBU CANTARIDEOS

Los géneros de interés son los siguientes:

Uñas pectinadas o dentadas; ojos enteros.....			*Œnas.*
Uñas no pectinadas ni dentadas; ojos casi siempre escotados.....	Antenas, al menos en los machos, más estrechas hacia el extremo libre; espinas de las tibias posteriores iguales o casi iguales.....		*Epicauta.*
	Antenas algo engrosadas hacia el extremo libre; espina externa de las tibias posteriores, más gruesa y larga que la interna....	Pronoto más largo que ancho.....	*Lagorina.*
		Pronoto más ancho que largo.....	*Cantharis.*

Género œnas Latr.—Antenas de 11 artejos, casi del mismo tamaño. Ojos enteros. Tibias posteriores con dos espinas, de las cuales, la externa, es gruesa y está cortada oblicuamente en su extremidad. Uñas dentadas en una de las ramas.

Œnas crassicornis Illg.—Cuerpo negro, con pelos cinéreos. Antenas con los tres primeros artejos pelosos, lampiños los restantes. Pronoto de color rojo anaranjado. Elitros con tres nervaduras longitudinales y con pelos grisáceos. Patas largas y vellosas. Uñas rojas en su extremidad. Se encuentra en la región meridional española.

Œnas afer L.—Cuerpo negro, peloso. Antenas pubescentes. Pronoto de color rojo anaranjado, gruesamente punteado. Elitros negros, con rugosidades transversales y punteados. Ultimo segmento abdominal escotado en la hembra, entero en el macho.

Se encuentra sobre las flores de las especies del género *Daucus* (Umbelíferas). Navarra, Andalucía, etc.

El *Œnas afer* ha sido ensayado por varios farmacólogos, que dicen haber encontrado en ella, por lo menos, igual energía fisioterapéutica que en la cantárida.

Género epicauta Redt.—Antenas largas, de 11 artejos, filiformes o subfiliformes. Espinas de las tibias de las patas metatorácicas iguales o casi iguales, sin que exista entre ellas marcada diferencia; primer artejo de los tarsos intermedios tan largo como la suma de los dos artejos siguientes; uñas no dentadas.

Desarrollo.—Los huevos se desarrollan en la tierra; de ellos resultan larvas campodeiformes muy activas, que buscan un nido o canuto de Ortóptero; se alimenta de los huevos de dichos insectos y sufre la hipermetamorfosis ya indicada en los anteriores géneros, o sea transformación en larva carabidoide, pseudocrisálida, tercera larva y ninfa.

Epicauta verticalis Illiger (fig. 24).—Cuerpo esbelto, negruzco y velloso. Cabeza rojiza, con tuberculitos donde se implantan pelos negros y cortos. Antenas alargadas, filiformes, con los dos primeros artejos y la mitad o parte básica del tercero, rojizos; los restantes, negros. Elitros rugosos, negros y pubescentes. Patas largas; uñas rojizas.

Se encuentra en casi toda Europa meridional.

Género lagorina Muls.—Antenas algo engrosadas hacia el extremo libre, a veces filiformes. Pronoto más largo que ancho. Tibias posteriores con dos espinas, de las cuales la externa es más grande y está truncada oblicuamente en su extremidad; la interna, delgada y puntiforme. Ojos enteros

o ligeramente escotados. Hipermetamorfosis como en las cantáridas.

Lagorina sericea Waltl. (fig. 25).—Cuerpo verde, convexo y pubescente. Cabeza verde dorada, caniculada en el vértice y tuberculosa. Antenas filiformes, con los dos primeros artejos de color verde; los restantes, negros. Pronoto más largo que ancho, punteado y verde, con el escudo casi dora-

Fig. 24

Fig. 25

do. Elitros débilmente rugosos de color verde. Patas de color verde cobrizo; tibias y tarsos azulados obscuros.

Se encuentra en Andalucía; nosotros la hemos recogido en los alrededores de Cáceres. Los mismos usos que la cantárida, con la que se confunde.

Género CANTHARIS Geoffr.—Antenas algo engrosadas hacia el extremo libre o filiformes. Pronoto más ancho que largo. Tibias posteriores con dos espinas, de las cuales, la externa es gruesa; truncada oblicuamente y más larga que la espina interna. Uñas no dentadas.

Desarrollo.—Las hembras practican un hoyo en la tierra y en él colocan los huevos hasta el número de 100 a 200; allí permanecen éstos hasta pasados algunos días, que, terminada la incubación, sale una *larva activa* y *campodeiforme* (fig. 26); la larva es de color pardo obscuro, menos el primer anillo abdominal, mesotórax y metatórax, que son blanquecinos; exápodas; mandíbulas córneas; ojos negros; antenas de cuatro artejos; último anillo abdominal adornado por dos cerdillas. Esta larva campodeiforme, que apenas mide un milímetro de longitud, es muy activa y busca un himenóptero melífero que la dé la alimentación necesaria para proseguir la evolución; agarrándose a los pelos de los himenópteros o encontrando directamente en la tierra la habitación apetecida, llega a la celdilla donde está la larva del himenóptero y el alimento que allí colocó el insecto para el desarrollo del hijuelo. Con gran avidez nuestra joven larva campo-

deiforme toma alimento, y al cabo de pocos días aumenta notablemente de volumen, sufriendo la segunda mórfosis, o sea transformación en la *segunda larva carabidoide*, con patas robustas, sin apéndices postabdominales, ojos casi atrofiados y mandíbulas más robustas. Esta larva sigue alimentándose o de la miel o de la larva del himenóptero; sufre la tercera mórfosis, perdiendo los ojos, y constituye una *tercera larva carabidoide*, que procura meterse en la tierra para proseguir el desarrollo; allí se convierte en *pseudoninfa*, con seis pequeños tubérculos que representan las patas; en tal estado permanece mucho tiempo, según ha podido observar el entomólogo Mr. Lichtenstein; pero luego, desgarrándose la cubierta, aparece una *larva blanca*, *carabidoide*, con patas poco desenvueltas y de lentos movimientos. A los diez o doce días sufre un nuevo cambio, transformándose en definitiva *ninfa* de la constitución que es peculiar en el orden Coleópteros, con la variante que aquélla puede verificar algunos movimientos en el interior de la celdilla donde se desarrolla. De esta ninfa procede directamente el insecto adulto.

Fig. 26

Cantharis segetum Fabr.—Color verde con reflejos cúpreos, a veces azulado. Cabeza con numerosos tuberculitos hacia la sutura frontal y sin línea divisoria en la parte posterior. Antenas cortas, con el primer artejo de color verde. Pronoto convexo y liso. Escudete semicircular. Elitros granulosos sin marcaciones de nerviosidades longitudinales. Tarsos negros y vellosos; uñas bífidas y de color rojizo. Andalucía y Extremadura.

Cantharis vesicatoria L., *Cantárida, Cantárida oficinal, Mosca de España.*—Color verde azulado con reflejos cúpreos; 18 a 20 mm. de longitud por 4 a 6 mm. de anchura. Cabeza triangular con ángulos redondeados, punteada y provista de pequeños pelos negruzcos, y con un surco o depresión profunda. Ojos abultados y transversales. Antenas filiformes o subfiliformes de 11 artejos; el primero, grueso, tan largo como la suma de los dos siguientes y con tinte verdoso rojizo; segundo, corto, lo mismo que el tercero, con tinte azul verdoso; del cuarto al décimo, iguales y negros, a veces con ligero matiz violáceo obscuro; el último, once, artejo de las antenas puntiforme, más corto en la hembra que en el macho. Pronoto plano convexo, tuberculoso, con pelos cortos negruzcos, con un surco transversal y una línea longitudinal, con frecuencia caniculada. Escudete pequeño de contorno

triangular. Elitros paralelos, punteados y con tres nervaduras longitudinales no muy manifiestas. Patas robustas, con el color general del insecto. Uñas bífidas leonadas.

Se encuentra en todas las regiones españolas y abunda mucho en las meridionales; en Extremadura aparece, en ciertos años, constituyendo legiones numerosas. Nosotros, que la hemos recogido en muchas localidades de la provincia de Cáceres, la hemos visto también a 2.500 m. de altitud, en un ventisquero limítrofe a la plaza de Almanzor (Sierra de Gredos); tampoco es raro verla entre la nieve y a más de 2.000 m. de altitud en Sierra de Béjar (Salamanca).

Recolección de la cantárida.—Aparece la cantárida en los meses de junio y julio, y se la ve, en años favorables, en gran cantidad sobre los *olivos* y *fresnos*, produciendo verdaderos estragos en las plantaciones del primer vegetal indicado. El olor fétido y viroso que desprenden estos insectos denuncia a distancia el sitio donde se encuentran. Vistos por la tarde los árboles donde están aposadas las cantáridas, se las va a recoger a la mañana siguiente, antes de la salida del sol. Entorpecidas las cantáridas por el rocío de la noche, no hay más que colocar sábanas debajo de los árboles y agitar éstos para que caigan, ya que no pueden volar por tener humedecidas las alas; a continuación se las introduce en sacos destinados para el uso. Para matarlas se las coloca en una atmósfera de cloroformo o sulfuro de carbono, o bien se las expone a los vapores del vinagre.

Conservación.—Hay que disponer las cantáridas de modo que no sufran alteraciones; éstas pueden ser originadas por los agentes atmosféricos o por organismos, como las especies de *Antrenus*, *Dermestes*, *Ptinus* y ciertos Acáridos que tienen la costumbre de atacarlas. Todo esto se evita colocándolas, ya desecadas cuidadosamente, en frascos de vidrio con tapón esmerilado y al abrigo de la luz. Se proponen otros procedimientos de conservación; pero el indicado es suficiente; recomendable es que el farmaceutico prepare con cantáridas frescas los medicamentos, y éstos disponerlos como la práctica enseña.

Falsificaciones.—No es posible falsificar las cantáridas; los caracteres indicados son más que suficientes para distinguirla de los demás insectos. Se dice que la falsifican con la *Aromia moschata* L. y ciertas *Cetonias;* resultaría más cara la falsificación que dejar el material farmacéutico puro. El polvo de cantárida sí que puede falsificarse; pero no es creíble que ningún farmacéutico lo adquiera del comercio.

Puede ocurrir que las cantáridas estén, por fraude, despro-

vistas del principio activo; entonces hay que valorarlas determinando cuantitativamente la cantaridina.

Principio activo de la cantárida.—Es la *cantaridina* $C^{10}H^6O^4$, o anhídrido del ácido cantarídico (Berthelot), que, como ya hemos dicho, es general en las especies de Meloidos. Según Neutwill, las cantáridas jóvenes carecen de cantaridina, no desarrollándose el principio activo hasta que el animal es adulto. Las partes duras o quitinosas de las cantáridas (élitros, cabeza, etc.) están casi desprovistas de cantaridina, abundando ésta en las partes blandas; y, en efecto, Fumoure ha encontrado en 550 grs. de partes duras 0,65 grs. de cantaridina; mientras que en 450 grs. de partes blandas halló 3,5 grs. de dicho principio activo. Mortreaux afirma que las cantáridas, para ser admisibles, han de tener por lo menos 0,5 grs. por 100 de cantaridina.

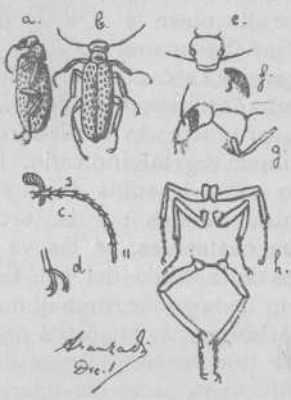


Fig. 27

Usos.—Las cantáridas, por su principio activo, son vesicantes, epispásticas, gozando de universal fama, tanto en la medicina antigua como en la moderna. Tiene también uso en medicamentos internos; pero, debido a las propiedades tóxicas, va perdiendo terreno en la práctica médica. Bien se aplique exterior o interiormente, siempre ejerce acción sobre el aparato génito-urinario.

Una especie muy curiosa y de gran importancia medicinal es la *Lytta adspersa* Klung., correspondiente a la tribu *Cantarideos.*

Lytta adspersa Klu. (fig. 27). *Cantárida de Montevideo.*—En la República Argentina, que es donde habita, la denominan *Bicho moro.* Vive sobre la *Beta vulgaris,* constituyendo a veces plagas numerosísimas sobre los patatales y plantíos de alfalfa.

Es un insecto cuya longitud varía entre 13 y 16 mm.; negro, con pelos grises, que en los élitros son ligeramente verdosos. En todo el cuerpo, pero principalmente en los élitros, se ven calvas o espacios desprovistos de pelo; las calvas son negras. Patas rojizas, antenas negras. Antenas con el primer artejo grueso en el ápice; segundo muy pequeño; tercero doble que los siguientes, que son cilíndricos; último artejo grande, romo y fusiforme. Elitros algo estrechados en la base.

Escudete pequeño. Ojos escotados. Tibias un poco dilatadas en el extremo.

La *cantárida de Montevideo* se recolecta en el verano (que allí es de diciembre a marzo); para ello cubren las plantas plagadas del insecto con sacos de boca muy ancha; cortan los tallos de la planta y vuelven el saco boca arriba; sacuden fuertemente la planta para que así se desprenda el animal. Para matarlo y desecarlo siguen el procedimiento ya indicado al tratar de la cantárida oficinal.

Según M. Courbon, la *L. adspersa* es tan activa o más que nuestra cantárida, y tiene sobre ella la ventaja de no producir acción alguna indirecta sobre los órganos génito-urinarios. El señor Viñals tuvo ocasión de aplicar un emplasto hecho con tres gramos de polvo de este insecto, con 7 grs. de excipiente, sin emplear alcanfor, en la axila de dos individuos, uno sano y robusto y el otro recién curado de blenorragia; en ambos produjo excelente efecto como vesicante y no tuvo acción alguna sobre los órganos génito-urinarios.

De todo lo dicho se deduce que la mencionada especie es de gran importancia y debe procurarse sea introducida de hecho en la medicina española.

TRIBU SITARIDEOS

El género *Sitaris* Latr., tipo de la tribu, se distingue porque los élitros son dehiscentes y están truncados en la parte posterior; antenas de 11 artejos, filiformes y casi tan largas como el cuerpo. Presentan hipermetamorfosis que son comunes a muchos meloidos; larva campodeiforme, primera larva carabidoide, pseudoninfa, segunda larva carabidoide, ninfa y adulto. Los huevos son depositados próximos a las celdillas donde viven especies del género *Anthophora* (Himenópteros), de cuya miel y huevos se alimenta el meloido durante las fases activas del desarrollo.

Una de las especies más conocidas es el *Sitaris humeralis* Fabr. *(S. muralis* Fors.), de Francia meridional y probablemente de España.

Sección Criptopentámeros

A esta sección corresponde la familia Curculiónidos.

FAMILIA CURCULIÓNIDOS

Cabeza prolongada en forma de pico, en cuyo extremo están colocados los órganos bucales. Antenas geniculadas, constituídas por un artejo basilar largo *(escapo)* y los restantes *(funículo)* formando ángulo con el anterior y terminado en maza; a cada lado del pico o trompa hay una marcada ranura longitudinal, llamada *escroba*, donde puede alojarse el escapo. Animales fitófagos. Larvas ápodas.

Calandra Clairv.—Antenas geniculadas, claviformes y maza constituída por tres artejos; trompa medianamente prolongada y con escroba, donde se aloja el escapo de las antenas. Son especies interesantes la *Calandra granaria* L. y *C. oryzae* L., o sean, respectivamente, el *gorgojo del trigo* y *gorgojo del arroz*, que llegan a producir estragos en los graneros medianamente cuidados.

Género LARINUS Germ.— Antenas cortas, robustas e insertas hacia la mitad del pico. Escroba oblicua. Coselete cónico. Cuerpo ovalado. Muchas son las especies incluídas en este género, pero la más importante desde el punto de vista farmacéutico es el *Larinus nidificans* Guib. *(L. subrugosus* Cheor.). El mencionado insecto tiene el cuerpo ovalado y negro; élitros oblongos terminados por punta obtusa y recorridos por diez líneas de puntos negros. Vive en Siria y Turquía.

La larva vive sobre especies del género *Onopordon* (Compuestas) y forma unos nidos donde habita en estado de ninfa; ese nido de la larva del *Larinus nidificans* es lo que se conoce con el nombre de *Trehala*.

Trehala.—La forma es ovoidea, parecido a una aceituna, teniendo próximamente esa magnitud; rugoso por la parte externa y liso interiormente. Los nidos mayores son alargados, casi redondos los de pequeño tamaño. Según Guibourt, la trehala está compuesta de 66 partes de almidón, 28,80 de un principio amargo y 4,66 de substancia gomosa; por incineración deja un residuo, de 4,60 por 100, constituído esencialmente por carbonato cálcico y pequeñas porciones de fosfato de hierro.

Según Berthelot, le trehala está formada principalmente por un principio amiláceo, al que denomina *trehalosa*, representado por la fórmula química $C^{12}H^{22}O^{11} + 2H^2O$. La *trehalosa* cristaliza en pirámides rómbicas, es soluble en el agua, poco soluble en el alcohol etilíco en frío, e insoluble en el éter etilíco. Parece ser que esta substancia es la *micosa*, y

posteriormente Münty la ha encontrado en gran número de hongos.

La trehala se emplea como alimento, en la preparación de caldos; también se usa para combatir la bronquitis catarral y otras afecciones del aparato respiratorio.

ORDEN HIMENÓPTEROS

Aparato bucal masticador y lamedor. Metamorfosis complicadas. Cuatro alas membranosas, con nervaduras que producen grandes celdas.

De todos los caracteres indicados, el más notable es el que se refiere al aparato bucal. El aparato bucal de los himenópteros puede decirse establece transición entre los masticadores y chupadores; el labio superior o *labro* y las *mandíbulas* son como en los insectos masticadores. Las *maxilas* poco modificadas, se observa en ellas la forma tipo; son alargadas, puntiformes y acanaladas en su borde interno, subsistiendo los *palpos maxilares* bien desarrollados. El *labio inferior* está muy modificado; en él se distingue el *barberol*, *hipoglotis*, *palpos labiales* y *lengüeta;* la *lengüeta* tiene la forma de una trompa, movible en todos sentidos, sin que presente, en modo alguno, ni orificios ni cavidades propias para la succión; frecuentemente la lengüeta es pelosa en el extremo libre. Los maxilares, en el reposo, se aproximan, y de este modo protegen a la lengüeta.

La región torácica constituye un todo unido de tal manera, que el protórax no puede moverse con independencia de los demás anillos torácicos. Metamorfosis complicadas, siendo unas larvas activas y exápodas, y otras inactivas y ápodas. A este orden corresponden los insectos más inteligentes, formando algunos de ellos sociedades, donde la división del trabajo llega a un grado de perfección extraordinaria.

De antiguo viene haciéndose la división de los himenópteros en *Terebrantes* y *Portaaguijones,* según que las hembras lleven taladro o aguijón en la parte posterior del abdomen. A los *terebrantes* corresponden las familias *Tentredínidos*, *Cinípidos* e *Icneumónidos*, y a los *Portaaguijones* las familias estantes.

Las principales familias son las siguientes:

- Abdomen sentado; larvas exápodas y activas..... *Tentredínidos.*
- Abdomen pediculado.
  - Trocánteres biarticulados.
    - Alas sin pterostigma; antenas generalmente de 16 artejos.. *Cinípidos.*
    - Alas anteriores con pterostigma; antenas de 18 o más artejos..... *Icneumónidos.*
  - Trocánteres sencillos.
    - Alas con una piececita córnea en la base.....
      - Primer artejo de los tarsos posteriores de forma cilíndrica.....
        - Primera celda discoidal pequeña; patas anteriores con espinas, y propias para cavar..... *Esfégidos.*
        - Primera celda discoidal muy larga; alas metatorácicas plegadas longitudinalmente..... *Véspidos.*
      - Primer artejo de tarsos posteriores muy grande, triangular o tetragonal, casi siempre peloso..
        - Venas radial y cubital no paralelas..... *Meliféridos.*
        - Venas radial y cubital paralelas..... *Apidos.*
    - Alas sin escamita en la base; el anillo del pedículo forma una o dos escamitas.... *Formícidos.*

Cinípidos.—Pedículo bien diferenciado, con el cuerpo claramente giboso; tienen las hembras en la parte posterior del abdomen, y relacionado con el aparato reproductor, un taladro con el que abren agujeros en los vegetales, donde depositan luego los huevos; esto da lugar a la irritabilidad del tejido vegetal, y como consecuencia producción de unas excrecencias conocidas con el nombre de *agallas*. Conócese en los cinípidos la heterogamia entre hembras sexuadas y partenogenéticas; así, por ejemplo, el *Neuroterus lenticularis* Ol. se reproduce por huevos partenogenéticos; de estos huevos nace la forma sexuada *Spathegaster baccarum* L., que pone huevos fecundados, de los que nace el *Neuroterus*.

El género y especies más notables son los siguientes:

Cynips L.—Antenas cortas y mazudas. Taladro arrollado en espiral y oculto dentro del abdomen. Tórax elevado, apareciendo por esto los animales como gibosos. Ya hemos di-

cho que estas especies horadan las partes tiernas de los vegetales, colocando allí los huevos; se producen luego unas excrecencias denominadas *agallas*, en cuyo interior viven las larvas.

Una especie notable es el *Cynips Gallæ-tinctoriæ* L. (*Diplolepis Gallæ tinctoriæ* Latr.), caracterizado por presentar las nerviaciones de las alas amarillas; abdomen con una mancha negra en la mitad; todo el cuerpo está cubierto por vello blanquecino. Se encuentra en el Asia Menor; produce las *agallas de Levante* o de *Alepo* sobre el *Quercus Lusitanica* Webb., *var. infectoria* Oliv.

El *Cynips kollari* Hartig coloca los huevos sobre las encinas y robles, produciendo unas agallas lisas y pequeñas.

El *Cynips argentea* Hartig forma sobre los robles y quejigos grandes agallas, coronadas por varios tubérculos. Todas las agallas mencionadas, de importancia farmacéutica, se emplean para la preparación del tanino.

No es raro encontrar en los rosales unas especies de agallas pluriloculares, vellosas al exterior, que se conocen con el nombre de *bedegares del rosal;* tal excrecencia es producida por el *Rhodites rosæ* Hartig, especie muy frecuente en los jardines de España.

De importancia agrícola es, sin duda alguna, el *Cynips ficus-caricæ* Latr., muy usado en ciertas regiones para verificar la caprificación; estos cinípidos se desarrollan en los higos de las higueras silvestres; los agricultores recogen esos higos con los insectos y los colocan en las higueras cultivadas, con objeto de que los insectos cargados de polen pasen a las flores de éstas y las fecunden. Tal operación es frecuente en Andalucía y Extremadura.

Véspidos.—Los géneros *Vespa* L. y *Polistes* son los más notables de la familia; el primero se distingue por tener el abdomen truncado anteriormente y uñas lisas; el segundo se caracteriza y diferencia del anterior porque el abdomen es retraído anterior y posteriormente. La *Vespa vulgaris* L., *V. Crabo* L., etc., son las *avispas*.

El *Polistes lecheguana* Aug. de S. H., del Brasil, es una especie interesante; constituye sociedades y elabora una miel venenosa que produce, cuando se ha tomado en gran cantidad, primero una especie de embriaguez, luego grandes trastornos, hasta la muerte. La toxicidad de la miel depende de que el insecto visita las flores de la *Paullinia australis,* sapindácea venenosa.

El *Polistes gallica* Fabr. es frecuente en España y se la conoce también con el nombre vulgar de avispa.

Meliféridos. — Himenópteros solitarios, pero fabrican miel. Un género notable es el *Xylocopa* Latr., cuya especie *X. violacea* Scop. pone los huevos en la madera, desarrollándose allí las larvas; es abundante en nuestra Península, menos en la región septentrional. Las especies del género *Anthofora* Latr. ponen los huevos en la tierra silícea.

FAMILIA APIDOS

Constituyen sociedades, formadas por hembras y machos fecundos y hembras estériles. Los caracteres esenciales fueron indicados en el cuadro general. Tres son los géneros más notables.

Bombus L.—Lengüeta prolongada y vellosa en casi toda su extensión. Piernas del tercer par de patas, terminadas por dos espinas bien desarrolladas. Las sociedades son poco numerosas; la establecen debajo del musgo o de las piedras y están constituídas solamente por individuos fecundos. Son frecuentes en España el *B. terrestris* L., *B. hortorum* L., etcétera, llamados *abejorros*.

Melipona Illig.—Piernas posteriores muy dilatadas; celda marginal de las alas mesotorácicas abierta exteriormente.

La especie más notable es la *Melipona fulvipes* Guér., conocida en Cuba con el nombre vulgar de *abeja de tierra;* ésta es la especie que allí cultivan para beneficiar la miel y cera; la citada especie se distingue, a más de los caracteres genéricos indicados, por tener las mandíbulas lisas, sin aserraduras o dientes, y el abdomen bastante convexo por la región dorsal. Primer artejo de los tarsos posteriores triangular. La miel y cera que proporciona esta especie son de buenas condiciones, dependiendo la calidad, blancura y aroma de aquélla, de las flores que visite el insecto.

Apis L.—Piernas del tercer par de patas desprovistas de espinas y de conformación distinta, según los individuos; primer artejo de los tarsos posteriores cuadrangular y articulado con la tibia o pierna por un solo ángulo. Varias son las especies del mencionado género, siendo todas ellas de grandísima importancia por la miel que elaboran y cera que segregan. En Europa se conocen dos especies: *Apis mellifica* L. y *A. ligustica*, esta última estimada en Italia y Grecia por su gran actividad. La más importante para nosotros en la primera especie; pero tanto la segunda como el *A. fasciata* Latr., de Egipto; el *A. unicolor* Latr., de Madagascar, como otras, merecen la pena de intentar aclimatarlas en nuestro país,

pues quién sabe si darían más rendimiento práctico que nuestra abeja, o sea el *Apis mellifica* L.

Apis mellifica L.—Conocida comúnmente con el nombre de *abeja*. Cuerpo de color pardo obscuro, erizado de pelos negros y rojizos; antenas filiformes. Constituyen sociedades numerosas, formadas por una hembra fecunda (*reina*), machos sexuados (*zánganos*) y hembras estériles (*obreras*), que son las dominantes en la sociedad.

Reina.—Abdomen alargado, antenas de doce artejos; ojos compuestos y separados, abdomen terminado por aguijón; carecen de cepillo y canastillo.

Zánganos.—Abdomen grueso y sin aguijón; ojos compuestos, unidos por la parte anterior de la cabeza; antenas de trece artejos; carecen de cepillo y canastillo.

Obreras.—De menor tamaño que los individuos sexuados; ojos compuestos, separados en el vértice de la cabeza; antenas de doce artejos; tienen aguijón, cepillo y canastillo.

El *cepillo* lo forman unas series de pelos cortos que hay en la cara interna del primer artejo de los tarsos posteriores, estando aquéllos colocados a propósito para limpiarse el cuerpo el insecto y recoger el polen. Se denomina *canastillo* una depresión u oquedad que hay en la parte inferior y externa de las tibias posteriores; en esta depresión es donde las abejas se colocan el polen recogido de las flores, después de haberlo amasado en la boca y haber formado con él una esferita.

Hemos dicho que las obreras y la reina tienen en la parte posterior del abdomen un aguijón; el aguijón está recogido en el abdomen y puesto en comunicación con un aparato secretor de líquido venenoso. Consiste el *aguijón* en un par de punzones aproximados en toda su longitud y dentados en el borde del extremo libre; el aguijón está mantenido dentro de un estuche bivalvo; en la base hay unas piezas quitinosas que dan apoyo al aguijón. El aparato *secretor* está formado por dos glándulas tubulares, largas, ensanchadas en el extremo libre y unidas en un canal común que luego se dilata formando el reservorio piriforme; este reservorio comunica con el aguijón mediante un canal muy angosto. Al nivel del canal excretor de la glándula descrita, desemboca otra glándula impar que segrega un líquido alcalino.

El veneno de las abejas es transparente e incoloro y de fuerte reacción ácida.

Las obreras poseen el aparato secretor de la *cera*. La cera es segregada por unas células que toman asiento en los arcos del abdomen. Estas células secretorias carecen de tubo

o canal excretor, de modo que la cera, una vez formada, atraviesa la cutícula quitinosa y forma como unas plaquitas o láminas que se depositan en unas depresiones exteriores que reciben el nombre de *cavidades cereras*; tales cavidades cereras, colocadas al exterior y a los lados del abdomen, son en número de nueve y están dispuestas por pares en los anillos 1.°, 2.°, 3.° y 4.°, y la cavidad impar entre el anillo 5.° y 6.°

Las abejas se establecen, naturalmente, en los troncos carcomidos de los árboles o entre las resquebraduras de las rocas; el hombre les proporciona sitios a propósito para poder establecer la sociedad; esas vasijas de madera, corcho, etcétera, que el hombre prepara para que se establezcan las abejas y poder luego aprovechar sus productos, reciben el nombre de *colmenas*.

Sea la habitación la que la naturaleza o el hombre les proporciona, las abejas se dedican a recolectar una materia resinosa (*própolis*) que hallan en las yemas de hojas de multitud de árboles, y con cuya resina tapan las rendijas por donde penetra luz, excepción hecha de un agujero, conocido con el nombre de *piquera*, colocado en la parte inferior y destinado a la entrada y salida de los individuos de la sociedad.

Dispuesta la habitación, se dedican luego las obreras a la formación de los panales, los que están constituídos por celdillas exagonales prismáticas, cerradas al principio sólo por un extremo; los panales son verticales, habiendo celdillas a derecha e izquierda, y están formados por una substancia especial llamada *cera*. Las abejas se van cortando con las mandíbulas las laminitas de cera que tienen en las cavidades cereras, la mezclan con la saliva para hacerlas modelables, y luego la destinan a la confección de las celdillas, que más tarde sirven para depositar el alimento de reserva o para cuna de los futuros hijos.

Unos panales los destinan como almacén de la *miel*; una vez llenas las celdillas de dicha substancia, las tapan con una tenue capa de cera, con objeto de que aquélla no se derrame. Otros panales los dedican a contener la cría; la reina, una vez examinadas las celdillas, coloca en cada una de ellas el huevecillo que luego rellenan con miel las obreras. En estos panales de cría suelen verse unas celdas grandes y de aspecto distinto a las demás: son las *celdillas reales*, que guardan en su interior el huevo que ha de producir reina.

Ordinariamente, a los tres días de puestos los huevos dan nacimiento a la larva; la larva es ápoda, carece de ano y se nutre de la miel. Pasados algunos días, la larva se transforma en ninfa, y entonces las obreras tapan las celdillas con una

capita de cera; a los once días la ninfa se transforma en individuo adulto.

Existe en las abejas partenogénesis, con producción constante de individuos masculinos Las abejas saben de qué huevos han de salir machos y hembras, y las celdillas donde se desenvuelven son distintas. Es cuestión comprobada que la cantidad y naturaleza de la miel influyen y determinan que las hembras sean o no fecundas.

En la colmena no puede haber más que una sociedad regida por una reina; por lo tanto, la cría, formada ya por individuos adultos, sale de la colmena donde nacieron y forman el *enjambre*, que va a establecerse o en habitaciones que la naturaleza le da, o en otra colmena o vasija que el hombre le prepara.

La fecundación de la reina se verifica fuera de la colmena; la reina escoge un macho, de entre los que la siguen, para efectuar la cópula. Una vez fecundada la reina, las obreras se encargan de matar los zánganos, como individuos que ya no reportan beneficio alguno a la sociedad.

Sobre la inteligencia y curiosísimas costumbres de las abejas, pudieran escribirse muchas páginas; pero tal asunto sale fuera del carácter y limitación de este libro.

Las abejas recolectan *própolis*, elaboran *miel* y segregan *cera*.

Cera de abejas.—La cera, hemos dicho, es un producto segregado por los individuos estériles de las abejas, o sean las obreras.

Meraldi, Reaumur, Dufour y otros, creyeron que la cera no era más que el producto resultante de la elaboración del polen de las plantas por las abejas. Huber y Hunter, y posteriormente Dumas y Milne Edwards, han confirmado que la cera es producto de secreción de dichos insectos, y es ésta verificada por las glándulas que ya describimos en otra ocasión.

En la época de castrar las colmenas, se sacan los panales de cera, y con ellos la miel; de estos panales hay que separar la miel, bien dejándolos escurrir después de rotos, o bien sometiéndolos a ciertas operaciones en aparatos de fuerza centrífuga. La cuestión es que la miel y cera queden separadas. Los panales limpios se someten a la acción del calor en presencia del agua, con objeto de fundir la cera y separarla de todas impuridades. Esta cera fundida se echa en moldes de forma variable, y allí se solidifica, constituyendo la *cera virgen*, de color amarillo y olor intenso y grato; se funde entre los 62° y 63°. La cera amarilla puede descolorarse haciéndo-

BIBLIOTECA DEL INSTITUTO PROVINCIAL SORIA

la caer, fundida, sobre un cilindro de madera que gira, medio cubierto por el agua, con objeto de que aquélla se reduzca a delgadas virutas, y colocándola luego, en terrados o solanas, a la acción directa de los rayos solares. Descolorada la cera por este procedimiento clásico, o bien haciendo uso del cloro, resulta un producto blanco con lustre céreo, casi sin olor ni sabor, y fusible a los 65°.

Caracteres físicos y microscópicos.—La cera virgen es amarilla, y la descolorada es naturalmente blanca, malaxable a los

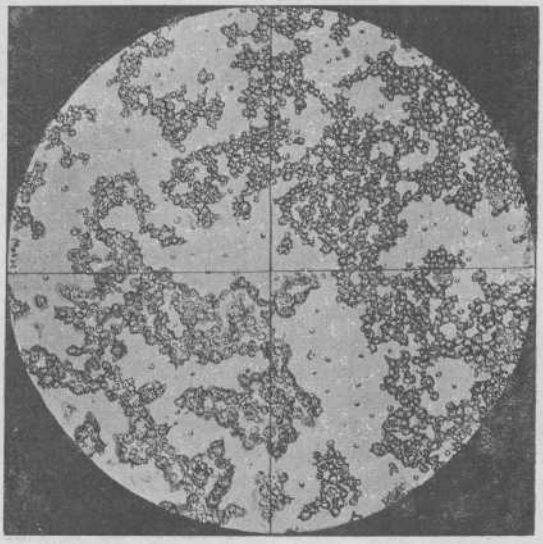


Fig. 28

31° y fusible entre los 63° y 64°; la blanca llega hasta los 65°. Densidad variable, oscilando entre 0,966 y 0,968. Insoluble en el agua; soluble, casi totalmente, en el alcohol etílico; soluble en la esencia de trementina.

Vista una lámina delgada de cera al microscopio, aparece completamente amorfa; pero si esta lámina fué previamente fundida, y se hace la inspección con luz polarizada, se observa una estructura cristalina. Un carácter notable es el siguiente: disuelta la cera en esencia de trementina, se colocan unas gotas de dicha disolución en un portaobjeto, y se espera a que el disolvente se evapore; visto el residuo en el microscopio, aparece formado de una gran cantidad de discos radiales (fig. 28), que ejercen acción sobre la luz polarizada.

Visto con nicoles cruzados, aparecen los discos muy brillantes y reunidos, constituyendo especies de dendritas muy curiosas. H. Beauregard dice que esos discos aparecen, en luz polarizada, atravesados por una cruz negra o blanca, según la dirección del plano de polarización.

La cera, tal como se encuentra en las cavidades cereras de las abejas o en los panales, tiene una estructura fibrosa; vista al microscopio y con luz polarizada, no muestra carácter digno de anotarse; pero si doblamos la laminilla, junto al pliegue se ve una fuerte acción sobre dicha luz polarizada. Si en una de esas laminillas se hace una depresión con un alfiler y se mira luego al microscopio, con nicoles cruzados, se ve alrededor de la depresión el anillo luminoso atravesado por cruz negra. Esta última experiencia hay que hacerla con mucho cuidado, para que aparezcan bien patentes las franjas negras cruzadas.

Composición química.—La cera de abejas está formada por la mezcla de tres substancias: *ceroleína*, *cerina* y *miricina*, separables por la acción del alcohol etílico. La *ceroleína* es fusible a 28°,5 y soluble en el alcohol en frío. La *cerina* o *ácido cerótico*, que es la que constituye la mayor parte de la cera, se funde a los 78°, y es soluble en alcohol caliente. Finalmente, la *miricina* o *palmitato de miricina* es fusible a los 72°, insoluble en el alcohol etílico y descomponible con los álcalis en los dos factores constitutivos del éter, o sean *ácido palmítico*, que se combina con el álcali, y *alcohol mirícico*.

Falsificaciones.—No resulta aventurado decir que la mayor parte de la cera de abejas que se encuentra en el comercio está falsificada, bien parcial o totalmente. La cera es substancia de elevado precio y no muy abundante por la marcada decadencia de la colmenería en estos últimos tiempos; no debe, pues, extrañarnos la frecuente falsificación del mencionado producto.

Suele mezclarse a la cera: agua, fécula, carbonato cálcico, sulfato bárico, cálcico, materias colorantes, colofonia, ceresina, cera vegetal, estearina, parafina, etc., etc. Cuando la falsificación es grosera, está mal hecha, el aspecto de la cera ya indica lo suficiente para ver el fraude; pero hay falsificaciones que no pueden reconocerse por los caracteres macroscópicos, no acusándolas tampoco el punto de fusión; sin embargo, este carácter debe determinarse siempre que se trata de poner de manifiesto la bondad del producto. El examen microscópico es de gran importancia; nosotros hemos hecho bastantes experiencias y podemos asegurar que el aspecto de la cera fundida vista al microscopio es muy distinto cuando es

pura de cuando está falsificada; en el primer caso, la estructura cristalina, sobre todo en los bordes de la preparación, aparece bien clara y homogénea, mientras que en el segundo caso es confusa esa estructura; hay partes que no ejercen acción sobre la luz polarizada, y si la ejercen es de modo muy distinto al de aquélla. La *fécula*, *sulfato cálcico* y otras substancias, ya pueden determinarse con el microscopio por sus caracteres especiales.

La cera, disuelta en la esencia de trementina, no debe dejar residuo; evaporada, espontáneamente, una gota de dicha disolución, sobre un portaobjeto, y visto el residuo al microscopio, aparecerá formado por discos radiales, que se disponen formando dendritas, si no fué mucha la cantidad de producto, muy características por su aspecto y fuerte acción sobre la luz polarizada. En la cera falsificada, el residuo, visto al microscopio, ofrece caracteres distintos, según las substancias que la falsifican.

Los siguientes ensayos ponen de manifiesto las substancias que frecuentemente falsifican la cera:

1.° Disuelta la cera en esencia de trementina, no debe dejar residuo (ausencia de *sulfatos bárico*, *cálcico*, *carbonato cálcico*, etc.).

2.° Fundida en presencia del agua, si hay *fécula*, ésta formará un engrudo que con el iodo dará coloración azul; por enfriamiento la cera nadará en el agua y en el fondo aparecerán las materias minerales, que pueden reconocerse siguiendo el procedimiento general de análisis.

3.° Calentando, hasta la ebullición, en un matracito, 4 g. de cera en mezcla con 20 g. de ácido nítrico (1,33 d.), y agregando luego con precaución un volumen igual de agua y exceso de amoníaco, el líquido, después de filtrado, ha de tener color amarillo; si toma coloración rojopardusca, prueba la presencia de *colofonia*, *galipot* u otras resinas de pino que puedan estar falsificando la cera.

4.° Hervida la cera con una disolución acuosa al 25 por 100 de carbonato sódico, por enfriamiento ha de separarse la cera formando una masa flotante en un líquido limpio o poco opalino. Si el líquido es muy turbio y no hay separación entre materia sólida y líquida, prueba la existencia de *resina*, *ácido esteárico*, *sebo* o *cera vegetal*.

5.° Se mezclan en un matracito 5 g. de cera con 40 cm. de una disolución alcohólica de potasa y se hierve por unos minutos; colocado el líquido en tubo de ensayo, se mantiene por algún tiempo en baño maría. En esas condiciones no debe separarse hacia la parte superior materia alguna que for-

me capa bien marcada; el caso contrario acusaría la presencia de *ceresina* o *parafina*. Téngase presente que el líquido por enfriamiento se solidifica con mayor o menor rapidez.

6.° Se hierve la cera con alcohol de 90° durante un par de minutos y se deja en reposo por espacio de dos o tres horas; se filtra el líquido, que ha de tener color amarillo pálido, pues si fuera amarillo intenso indicaría la presencia de materias colorantes extrañas a la cera, y se mezcla con agua destilada; este líquido ha de ser poco opalino y presentar débil reacción ácida o neutra. Cuando hay *ácido esteárico*, la reacción es francamente ácida y en el líquido se forman abundantes copos blancos, según la proporción en que se encuentre la materia fraudulenta.

7.° El punto de fusión de la *cera amarilla* es próximamente 64° c.; el de la *cera blanca* 64°,6 c. La densidad de la primera es, por término medio, 0,965 y la de la segunda 0,968. Gran diferencia con estos datos nos indicaría falsificaciones. Sin embargo, los falsificadores ya tienen esto en cuenta, y procuran, por tanto, que la densidad como el punto de fusión, no varíen notablemente de los que en realidad corresponden a la cera pura.

8.° Fundida la cera, no ha de perder notablemente de peso. La superficie de fractura no ha de ofrecer burbujitas de agua. El primer ensayo nos dice la cantidad de agua que contiene el producto; el segundo demostraría también si había agua agregada con objeto fraudulento.

9.° Ya se ha indicado cómo se determina el *sebo;* pero puede encontrarse la proporción teniendo en cuenta los siguientes datos: la cera de abejas pura flota en un líquido hidroalcohólico que marque 19° c.; una mezcla de sebo y cera al 25 por 100 flota en el líquido hidroalcohólico que marque 39°,63 c.; la mezcla al 50 por 100 flota en el líquido hidroalcohólico de 50°,25 c.

Usos.—Conocida es la aplicación e importancia industrial de la cera, hoy menguada, en parte, por los adelantos modernos, y por estar casi totalmente sustituída por el ácido esteárico, ceresina y ceras vegetales. Debido al rito de la religión católica, se emplea mucho para la confección de cirios y bujías, aun cuando, realmente, tampoco la santidad del rito es respetada por los falsificadores.

Farmacéuticamente considerada, también está en decadencia; pues sabido es que se emplea en la preparación de ceratos, emplastos, ungüentos y otros preparados complejos, muchos de ellos llamados a desaparecer de nuestra farmacopea.

Miel.—Refiriéndonos a la miel de España, diremos que es un producto sacarino elaborado por el *Apis mellifica.* La miel es la materia alimenticia que las abejas destinan para sus larvas y para sí, en los años que debido al retraso de la vegetación, no puede en su época comenzar a visitar las flores. Esa época es primavera y verano, aunque la actividad la despliegan a mediados de la primera estación indicada; en el mes de mayo, cuando multitud de vegetales están en plena floración, se ve a estos insectos introducirse en las flores aromáticas, y allí buscan los nectarios para recoger, con la lengüeta, el jugo azucarado que siempre tienen esas partes florales. Una vez recogida la materia azucarada y el polen, las abejas se retiran a la colmena; estas substancias las introducen en el buche, donde sufren una elaboración especial, transformándola en miel, que luego la arrojan por la boca y disponen en las celdillas de los panales, en la forma ya indicada en otra ocasión.

La miel se recolecta cuando la cera, en los meses de septiembre y octubre; a veces se castran las colmenas en el mes de mayo, pero esto es excepcional.

Extraídos los panales de las colmenas en la forma que enseña la Agricultura, se colocan, previamente cortados, sobre cestos de caña o mimbre, o en lagaretas de doble fondo, con objeto de recoger la miel que naturalmente fluye de los panales; esta primera miel recibe el nombre de *miel virgen;* luego se prensan los panales, y fluye una miel de peor aspecto, que es la de segunda calidad; por último, los panales, ya deshechos, se introducen en una caldera con agua hirviendo, con objeto de que la cera se funda y la miel que aun pudiera allí existir se disuelva en el agua; por evaporación queda una miel negruzga, de mal aspecto y peor calidad.

Hoy los apicultores extraen la miel de los panales colocando éstos en aparatos de fuerza centrífuga; el procedimiento es bueno y sencillo, y puede estudiarse en las obras especiales.

La miel es sólida granulosa o semisólida; color blanco-amarillento; olor agradable, que recuerda el de ciertas plantas aromáticas; sabor dulce, aromático y al final empalagoso. Soluble en el agua y alcohol débil.

Observada la miel al sacarímetro, siempre ejerce acción sobre la luz polarizada, desviando casi constantemente el plano de polarización a la izquierda *(mieles levogiras);* esto nos demuestra que en la miel hay un azúcar levogiro, cuya actividad, por lo menos, prepondera sobre otro u otros que también existan, aunque de signo contrario. No es constante la

mencionada propiedad de la miel: en algunas muestras, raras en verdad, el poder rotatorio es dextrogiro *(mieles dextrogiras)*, y tal ocurre con algunas mieles de Cataluña y Extremadura, debido a la preponderancia de azúcares dextrogiros, como la dextrosa y sacarosa.

Estudio microscópico de la miel.—Hemos hecho detenidos

Fig. 29

Fig. 30

exámenes de la miel, empleando el microscopio con luz polarizada. Con una varilla se coloca sobre el portaobjeto un poco de miel semisólida; cubierta con el cubreobjeto, se mira al microscopio: aparecen multitud de cristales monoclínicos y deprimidos, que ejercen poderosa acción sobre la luz polarizada, produciendo fuerte dispersión cromática.

En la miel de Extremadura (fig. 29) se observa pequeña cantidad de cristales con bordes curvilíneos; unos corpúsculos redondeados y amarillentos, que son de polen, y unas masas informes, que a veces tienen débil acción sobre la luz polarizada (cera).

Este aspecto lo presentan todas las mieles obtenidas por el procedimiento antiguo; es decir, dejando escurrir los panales y luego prensándolos; naturalmente, con la miel irán granos de polen, cera y, con mucha frecuencia, huevos de abeja, que también suelen hacerse patentes al microscopio.

Vista al microscopio la miel obtenida por los aparatos centrífugos o por otros procedimientos modernos, el aspecto es completamente distinto; la figura 30 representa una miel

de Cataluña, extraída de los panales por aparato centrífugo, y observada al microscopio con un aumento de 63 diámetros, en nicoles cruzados. Multitud de cristales inundan la preparación, y nada se ve de polen, huevos ni restos de panales.

De lo dicho se deduce que el mejor procedimiento para ver si una miel fué obtenida por unos u otros métodos, es el examen microscópico; téngase presente que la presencia o ausencia, en la miel, de polen, y principalmente de huevos de abeja, influye mucho en la conservación y bondad del producto.

Composición química.—La miel es una mezcla muy compleja, variable según las suertes comerciales y procedencia del producto; contiene, en proporciones distintas, *glucosa, sacarosa, manita, melosa, principios aromáticos* y *agua.* Con el microscopio, casi siempre se distingue en ella *cera, polen, huevos de abeja,* etc.

El aroma y color de la miel dependen de las plantas que fueron visitadas por las abejas; así, hay mieles que huelen a tomillo, romero, jara, azucena, azahar, etc. Algunas mieles son nocivas, porque las plantas que frecuentan las abejas son venenosas; el *Polistes lecheguana* S. H. elabora miel venenosa, por adquirir la materia azucarada de la *Paullinia australis*, del Brasil; alguna miel de Pensilvania también es nociva, debido a las plantas del género *Kalmia (K. latifolia*, etc.); la de los Alpes, Pirineos y regiones montañosas de ciertos puntos de España central, puede ser venenosa, si las abejas visitaron las flores del *Aconitum Napellus,* etc.

Suertes comerciales.—Indicaremos sólo las de la Península, por ser ellas las más frecuentes en el comercio.

Miel de la Alcarria.—Sólida o semisólida, blanca y muy aromática; sabor agradable, aromático y poco empalagoso. El olor de las labiadas es el preponderante en esta miel. La buena miel de la Alcarria compite con las mejores del extranjero, incluso con la tan celebrada de Narbona.

Miel extremeña y andaluza.—Sólida, muy granujienta, o a veces semisólida; color amarillo dorado, transparente cuando tiene poca consistencia; sabor agradable, pero al final algo empalagoso; aromática, unas veces recuerda el de las labiadas, pero con más frecuencia el de la jara *(Cistus ladaniferus);* no puede competir con la de Alcarria, pero es muy gustada por los aficionados.

Miel del Norte (Galicia, Asturias, etc.).—Líquida o de poca consistencia; color amarillo obscuro o negruzco; sabor dulce empalagoso; olor poco marcado; sin embargo, recuer-

da algo al de las labiadas. Es la miel de peor calidad. En esto influye la excesiva humedad que hay en la región septentrional española, y por lo tanto las flores que visitan las abejas no tienen el aroma que les corresponde.

Rara será la provincia española donde no haya colmenería; pero todas las mieles, mejores y peores, según la flora del país y conocimientos del apicultor, pueden referirse a los tres tipos indicados.

De lamentar es que la apicultura española esté tan atrasada, sin reconocer más causa que el excesivo respeto que nuestros apicultores profesan a las costumbres y moldes de nuestros antepasados; y esto es más sensible cuanto que la Naturaleza prodigó a nuestro suelo de una rica y soberbia flora, abundante en plantas aromáticas.

Falsificaciones.—Como producto de composición química compleja que es la miel y a la par de precio elevado, las falsificaciones son frecuentes. Suele agregarse agua a la miel. lo que se conoce por lo flúida que entonces resulta. Otras veces la mezclan con harina, almidón y otras féculas; se reconoce porque, disolviéndola en agua, van al fondo, reconociéndolas entonces por el examen microscópico, o porque si se calienta formará engrudo, que con la tintura de iodo producirá coloración azul.

Una falsificación, más frecuente en el extranjero que en España, es agregar *glucosa* a la miel; para reconocerla no puede investigarse directamente, porque la miel pura ya la tiene, y en buena proporción; no hay más camino que buscar el sulfato cálcico, que siempre tiene la glucosa industrial; para ello se disuelve en agua destilada, y allí se investiga la cal por el oxalato amónico, y el ácido sulfúrico por el cloruro bárico en la forma sobrado conocida.

También se falsifica con la *melaza* o el *jarabe de los holandeses*, y esto se reconoce calcinando la miel en un crisolito de platino, hasta obtención de cenizas; disueltas en agua, no han de dar abundante precipitado blanco con el nitrato argéntico, la más débil opalinidad; está fundado este procedimiento en que la melaza contiene gran cantidad de cloruro sódico y sólo indicios la miel pura.

Usos.—La miel es muy gustada como materia alimenticia, siendo ésta su mayor importancia. En farmacia se emplea para la preparación de melitos y oximelitos, y para dar sabor agradable a ciertos preparados.

Familia formícidos.—Abdomen pedunculado con el anillo del pedúnculo provisto de una o dos escamitas. Lengüeta corta y redondeada. Antenas geniculadas. Las hembras esté-

riles carecen de alas y las sexuadas las pierden después de haber verificado la cópula. Ordinariamente, en el extremo del abdomen de las hembras aparecen dos glándulas que segregan *ácido fórmico*. Larvas ápodas. Animales sociables, existiendo en los individuos de la sociedad gran polimorfismo y costumbres notabilísimas.

Son especies comunes en España la *Formica pratensis* D. G., *F. rufa* L. y otras conocidas con el nombre vulgar de *hormigas;* también es frecuente el *Camponotus ligniperda* Fabr.

Las *hormigas*, de cuyas costumbres hay libros escritos, tuvieron importancia farmacéutica porque se destinaban a la preparación del ácido fórmico.

ORDEN HEMÍPTEROS

Aparato bucal chupador, constituído por un pico articulado; metamorfosis sencilla; protórax libre.

La palabra hemíptero significa *medias alas;* hay hemípteros ápteros *(Pediculus* L., *Cimex* L., etc.), con un par de alas (machos de los *Cóccidos)*, dos pares de alas membranosas, o coriáceas las anteriores en toda su extensión *(Homópteros);* por último, en los *Heterópteros* las alas posteriores son membranosas y las anteriores *hemiélitros*. Estudiando un hemiélitro tipo, se ve que está formado por una mitad anterior coriácea, elitroidea, llamada *coria*, y otra mitad posterior membranosa, o *membrana;* entre la coria y la membrana y hacia el borde externo hay una porción quitinosa, ordinariamente de forma triangular, que recibe el nombre de *cuneo;* el borde interno de la coria es muy quitinoso y resalta del resto del ala: es lo que se denomina *clavus*. En la coria se distinguen bien las venas radial y anal, que dividen la coria en tres campos, llamados el interno *endocoria*, el medio *mesocoria* y el extremo *ectocoria*.

El carácter más esencial de los hemípteros es el que se refiere al aparato bucal; las piezas bucales sufren importantes modificaciones y son de tal naturaleza que es necesario fijarse mucho para poderlas referir a las piezas de un insecto masticador. Nótase una pieza superior impar y triangular, que es el labro; sigue luego una pieza muy desarrollada, tri o tetraarticulada, con una hendidura longitudinal superior, de modo que es un canal muy cerrado y con articulaciones; esta pieza es el pico y lo forma el *labio inferior*. Dentro del canal hay cuatro cerdas rígidas, de las cuales el par superior repre-

senta las *mandíbulas* y el par inferior las *maxilas;* las mandíbulas están aserraditas en el extremo libre, y las maxilas algunas veces están provistas de rudimentos de palpos maxilares.

En los hemípteros parásitos *(Pediculus* L., etc.), el pico no es articulado y el labio inferior forma un tubo blando sin hendidura longitudinal, que aloja en su interior las demás piezas bucales (maxilas y mandíbulas) transformadas en estiletes quitinosos. Los hemípteros son, pues, chupadores: introducen el pico en la víctima desgarrando la piel con los estiletes quitinosos; retrae luego los estiletes y los coloca tapando la ranura longitudinal del pico, formando ahora un tubo cerrado; prodúcese el vacío mediante el *estómago suctor* que tienen todos estos insectos, y las substancias líquidas animales o vegetales penetran en el aparato digestivo.

Metamorfosis sencillas. La mayor parte son libres y fitófagos; otros son zoófagos y parásitos.

Comprenden los siguientes subórdenes:

Pico articulado, quitinoso y con hendidura longitudinal.....	Con hemiélitros; pico inserto en la parte anterior de la cabeza.....		*Heterópteros.*
	Alas homogéneas; pico inserto en la parte posteroinferior de la cabeza....	No parásitos; ordinariamente los tarsos tienen tres artejos.	*Homópteros.*
		Parásitos; tarsos con uno o dos artejos; muchos de ellos carecen de alas.....	*Fitoptirios.*
Pico no articulado, membranoso, sin hendidura longitudinal; sin alas y parásitos.....			*Zooptirios.*

HETERÓPTEROS

Son los que confirman la denominación de *hemipteros*, puesto que las alas mesotorácicas son coriáceas en la base y membranosas en la parte posterior *(hemiélitro)*. El pico se inserta en la parte anterior de la cabeza. Unos son fitófagos y otros zoófagos, terrestres y acuáticos. Se divide el suborden en dos secciones:

Terrestres o ripícolas; antenas grandes y al descubierto.....	*Gimnocéridos.*
Ripícolas o acuáticos; antenas cortas y ocultas en fositas que hay debajo de la cabeza.....	*Criptocéridos.*

Gimnocéridos (Geocorisas).—Los géneros y especies más comunes son el *Carpocoris baccarum* Fabr., *Lygæus equestris* L. y *L. militaris* Fabr., estas dos últimas comunísimas y características por su coloración roja con manchas negras.

El *Reduvius personatus* L. tiene el pico arqueado, corto y robusto; produce picaduras que son muy dolorosas en el hombre.

A este grupo corresponde el *Conorhinus magistus*, del Brasil, llamado vulgarmente «vinchuca», que pica al hombre transmitiéndole el «opilasao», enfermedad producida por el *Trypanosoma cruzi*.

Demasiado conocido es el *Cimex lectularius* L. o *chinches de las camas;* áptero, con élitros rudimentarios y el protórax con gran escotadura anterior; antenas de cuatro artejos. Animal nocturno, lucífugo, que durante el día permanece oculto en los muebles o hendiduras de las maderas y paredes, y por la noche ataca al hombre, produciendo la picadura escozor e inflamación, debido al líquido corrosivo que inyecta. Es insecto repugnante por su forma y olor a manteca rancia que desprende, sobre todo cuando se le estruja.

Corresponde también a esta sección el *Hydrometra (Gerris) stagnalis* L., llamado vulgarmente *zapateros enclaradores*, tan común en la superficie de las aguas, donde se le ve patinar con gran agilidad.

Criptoceridos (Hidrocorisas).—Son frecuentes en las aguas la *Nepa cinerea* L. o *escorpión de agua*, con las patas protorácicas prensoras, y la *Notonecta glauca* L., que nada sobre el dorso y tiene las patas metatorácicas ensanchadas y alargadas a modo de remos.

En el lago de México abundan la *Corisa femorata* Guér. y *C. mercenaria* Say; los huevos de estos insectos, llamados allí *ahutle*, son recogidos en gran cantidad, y con ellos forman una pasta especial de fuerte sabor a marisco, muy usada como materia alimenticia entre la gente pobre.

HOMÓPTEROS

Las alas mesotorácicas pueden ser duras o membranosas, pero siempre homogéneas. El pico, inserto en la parte posteroinferior de la cabeza, prolongándose hacia atrás y a lo largo de la región esternal. Tarsos frecuentemente triarticulados. Insectos fitófagos, que se alimentan de jugos vegetales; sin embargo, no puede considerárselos como seres parásitos.

Una especie común en nuestra fauna es la *Aphrophora*

spumaria L., con las patas metatorácicas saltadoras; la forma joven de la especie indicada es frecuente hallarla sobre los sauces, envueltas por espuma que forman con los jugos de los mismos vegetales sobre los que se encuentran y que el animal expulsa por el ano bajo la forma de esferitas gaseosas; es el medio de defensa que tienen contra las aves insectívoras.

Conocida es también la *Cicada plebeja* L. o *cigarra*, por el estridente y monótono sonido que producen los machos con un aparato especial que tienen en la base del abdomen.

Se conoce en China una especie, la *Cicada sanguinolenta* Oliv. (*Huechys vesicatoria* Porter), llamada allí *cha-ki*, a la que se atribuye acción epispástica, aunque en realidad no contiene cantaridina; la acción medicinal de este insecto es rubefaciente, y los chinos la emplean para combatir la rabia.

Otra especie notable es la *Tettigia Orni* L., que vive sobre los fresnos y ocasiona con sus picaduras la secreción de una materia azucarada llamada *maná*, de uso medicinal; los fresnos, sin embargo, no necesitan que la cigarra taladre su corteza para segregar maná, como antes se creía, sino que fluye igualmente por las cisuras que en él practica el hombre, o por las heridas naturales que tenga el árbol. En España, los fresnos no producen maná; pero ya en el S. de Italia el *Fraxinus Ornus* y *F. rotundifolia* segregan dicho producto sacarino.

FITOPTIRIOS

Con alas membranosas o ápteros; el pico nace de la parte posteroinferior de la cabeza, y está dirigido hacia atrás; a veces parece le sale del pecho. Tarsos con uno o dos artejos. Frecuente la partenogénesis. Insectos fitófagos, algunos de ellos muy perjudiciales a la agricultura.

Dos son las familias más importantes:

Dos artejos en los tarsos; sin estilete entre las uñas, con cuatro alas o ápteros; normales.....	*Afídidos.*
Un artejo en los tarsos; machos con dos alas, y frecuentemente con aparato bucal atrofiado; hembras ápteras, escutiformes y anormales.....	*Cóccidos.*

Familia afídidos.—Los caracteres esenciales son los indicados en el cuadro anterior. Corresponden a esta familia especies muy curiosas e importantes: curiosas, por el complicado ciclo evolutivo que tienen en su desarrollo; importan-

tes, porque unas, como la *filoxera*, producen enormes estragos en la agricultura, y otras, como las *cochinillas*, nos proporcionan materias colorantes de gran fama desde la antigüedad.

La reproducción por partenogénesis ha sido estudiada en crecido número de afídidos; en unas especies, como los *pulgones*, las hembras son vivíparas, siendo en otras, como la *filoxera*, ovíparas en todos los estados. La evolución y emigraciones de las formas larvarias son distintas, según las especies. Con objeto de dar una idea sobre este curioso asunto, bosquejaremos el desarrollo del *pulgón de la cornicabra (Pemphigus cornicularius* Fabr.), por ser de los más conocidos y estudiados por los autores.

En el invierno, las hembras sexuadas colocan, mediante el oviscapto, huevos debajo de la corteza tierna de la *cornicabra (Pistacia Terebinthus* L., Terebintáceas); estos huevos de invierno permanecen allí hasta la primavera, en cuya época producen individuos vivíparos asexuales, o sea de organización tal, que pueden reproducirse partenogenéticamente. Esta primera generación de individuos asexuados son los que originan esas agallas o cocas, alargadas y retorcidas, tan frecuentes en la cornicabra. Dentro de la excrecencia vegetal producen, por partenogénesis, otra nueva generación, de las mismas condiciones que los anteriores y ápteros como los progenitores. En el otoño se producen, por generación ágama y vivípara, nuevos individuos asexuados, pero con alas; estos individuos abandonan las agallas y se trasladan a las plantas *gramíneas*, donde permanecen todo el invierno (invierno del segundo año), produciendo nuevas generaciones vivíparas. La última reproducción que verifican sobre las graminácea da origen a individuos alados, que, abandonando dichos vegetales, se trasladan nuevamente a la *Pistacia Terebinthus*. En esta planta vuelven a originar nuevos individuos ápteros, pero *sexuados;* verificada la cópula, las hembras colocan cada una un huevo debajo de la corteza de la cornicabra, muriendo la madre al poco tiempo de la postura.

Estos huevos de invierno pasan debajo de la corteza del vegetal toda aquella estación y en la primavera originan individuos sexuados, adultos, últimos términos del ciclo evolutivo, nuevos fundadores de las agallas o cocas de terebinto.

Como se ve, la evolución completa del *Pemphigus cornicularius* exige dos años; se reproducen ágama y vivíparamente multitud de veces, habiendo durante el ciclo emigraciones de unas plantas a otras.

Phylloxera Boyer.—Antenas de tres artejos en todos los

estados; sin tubos secretores abdominales; generación alternante, subterránea y aérea. La especie más interesante es la *Philoxera vastatrix* Planch., o sea la *filoxera de los viñedos*, cuyas formas radicícolas principalmente han causado y causan en la actualidad enormes estragos en los viñedos; es originaria de América.

Aphis L.—Antenas de siete artejos; parte posterior del abdomen con dos tubos en cuyo interior se produce un líquido azucarado. Muchas son las especies de este género; tiene interés el *A. sinensis* Bell., que produce sobre el *Rhus semialata* Murr., *var. Osbecki* D. C., las agallas de China y Japón.

A la misma familia corresponde la *Aploneura lentisci* Fabr., que produce las cocas de la *Pistacia lentiscus;* el *Pemphigus cornicularius* Fabr., las de *cornicabra;* el *Pemphigus bursarius* L., que produce las excrecencias en los *álamos;* el *Lachnus laniger* Harg., que ataca al *peral;* el *Siphophora rosæ* L., a los *rosales;* el *Chermes abietis* L., a las *coníferas*, y otra multitud de pulgones que producen verdaderos estragos en plantas de utilidad agrícola.

FAMILIA CÓCCIDOS

Corresponden a esta importantísima familia multitud de especies degeneradas, las más por adaptación a la vida parasitaria. Frecuentemente las hembras son ápteras, escutiformes y anormales; sin embargo, las hay activas y normales, como la *Orthezia urticæ* Fabr.

Los machos tienen alas mesotorácicas membranosas, y algunos, en representación de alas metatorácicas, presentan un estilete a cada lado del metatórax que representan los *balancines* de los dípteros. Los tarsos son monoarticulados y el aparato bucal atrofiado en los machos en el estado adulto; en estos individuos, la vida es efímera, muriendo al poco tiempo de haber fecundado a la hembra.

Por lo indicado se deduce el gran dimorfismo sexual que hay en las especies de esta familia; los machos son alados, las hembras ápteras; a aquéllos, cuando adultos, se les atrofia el aparato bucal, mientras que las hembras muestran el pico bien desenvuelto en la edad adulta. El diformismo trasciende hasta en las metamorfosis; y, en efecto, las metamorfosis de las hembras son sencillas, pues al romper el huevo ya tienen la forma que les corresponde, con pequeña variante, al estado adulto, y, sobre todo, en la evolución todas las fases son activas. Los machos sufren una especie de metamorfosis com-

plicada o, mejor dicho, intermedia, transitoria entre la sencilla y complicada; en la *cochinilla*, por ejemplo, la primera fase está representada por una larva activa; esta larva, transcurrido el tiempo necesario, se envuelve en una materia como algodonosa, y permanece en aparente vida letárgica *(ninfa)*, para luego hacerse alado, activo y sexuado. Pero esa ninfa no es como la de los insectos de metamorfosis complicada, porque si se la molesta, se la ve moverse, trasladarse de una parte para otra, buscando sitio donde la dejen tranquila.

Las hembras mueren después de verificada la puesta de los huevos; éstos quedan protegidos por el cuerpo de la madre,

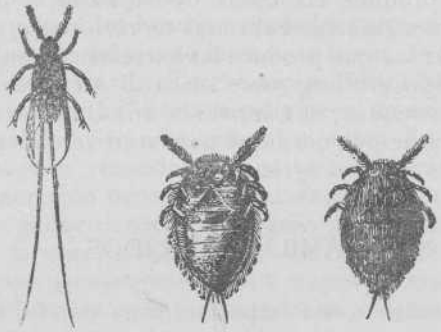


Fig. 31

y ellas se deforman, adquiriendo el aspecto de una excrecencia vegetal tan extraña, que algunos naturalistas antiguos las consideraron como agallas, sin sospechar se tratase de insectos degenerados.

Muchas especies son perjudiciales a la agricultura, como el *Lecanium oleæ* Fabr., que ataca a los olivos, produciendo esa enfermedad conocida con el nombre de *negrilla;* pero otras especies son de gran interés por las materias tinctoriales que nos proporcionan; de estas especies trataremos a continuación.

Coccus L.—Antenas de 10 artejos en los machos; alados, con aparato bucal atrofiado y con dos ojos colocados en las partes laterales de la cabeza. Hembras anormales, escutiformes y pelosas. Abdomen terminado por dos cerdas.

La especie más interesante es el *Coccus cacti* L., o sea la *cochinilla ordinaria.*

Cochinilla ordinaria (fig. 31).—*Coccus cacti* L., *Cochinilla de México, Cochinilla del Nopal.*—Es originaria de Gua-

xaca y Oxaca (México), en cuyos puntos, y antes de ser descubiertos por Hernán Cortés, los indígenas se cuidaban del cultivo del mencionado insecto tinctorial. Posteriormente fué aclimatada en Europa, especialmente en la region meridional (Andalucía) y parte de la oriental (Valencia) de España. Esta especie vive sobre ciertas Cactáceas, principalmente sobre la *Opuntia cochinillifera* Mill., *O. vulgaris* Mill., *O. Ficus indica* Mill. y *O. Tuna* Mill., todas ellas procedentes de los países cálidos de América; subespontáneas hoy en nuestra Península, y conocidas vulgarmente con los nombres de *Nopales*, *Higueras chumbas*, etc.

El macho es de pequeña talla, cuerpo oblongo y color rojo; antenas largas, filiformes, pelosas y de 10 artejos; alas membranosas, transparentes y asolapadas, más largas que el cuerpo; abdomen terminado por dos sedas muy largas, vez y media más que el cuerpo del insecto. Aparato bucal atrofiado; muere después de fecundar a la hembra.

La hembra es dos o tres veces mayor que el macho (7 a 8 mm.), cuerpo ovoideo, de color pardo rojizo, enmascarado por un tomento blanquecino. Carecen de alas, y las antenas, que son pelosas, lo mismo que el resto del cuerpo, constan de 7 artejos. Aparato bucal bien desarrollado. Abdomen terminado por dos sedas cortas y divergentes. La superficie del cuerpo de la hembra está llena de un polvo céreo nacarado, a veces desarrollado en gran cantidad, que llega a ocultar el cuerpo del animal.

Cultivo de la cochinilla.—Verificados los plantíos de nopales, según la coccicultura aconseja, se colocan sobre las espinas de la planta nidos algodonosos que contienen una docena o más de hembras fecundadas y escogidas; al poco tiempo aparecen las larvas, que se reparten por la superficie del vegetal, disponiéndose con preferencia sobre las partes más tiernas y jugosas. Evolucionan en la forma ya indicada; las hembras se fijan con el pico, son fecundadas, y después de poner los huevos, si es que como tales se consideran (1), mueren apresadas al nopal, de cuya planta extrajeron el jugo que las alimentó durante la vida.

Recolección, desecación y variedades comerciales.—Se hacen varias recolecciones al año, pero la más importante es la de primavera; con unos cuchillos especiales raspan el nopal para que se desprendan las cochinillas, las que caen sobre lienzos colocados en el suelo y alrededor de la planta. De la

(1) Hay quien considera las cochinillas como vivíparas.

BIBLIOTECA DEL INSTITUTO PROVINCIAL SORIA

habilidad y destreza del recolector depende muchas veces la calidad de la cochinilla.

Lo que verdaderamente influye en el aspecto y calidad de la cochinilla, aparte de los cuidados de cultivo, es el procedimiento seguido para matarlas y desecarlas; tal importancia tiene la operación, que según el procedimiento así resulta una determinada variedad comercial. Teniendo esto presente, podremos distinguir tres variedades típicas, comerciales, de cochinillas, que son las siguientes:

1.ª *Cochinilla gris (Jaspeada, Plateada*, etc.).—Recogidas las cochinillas, se introducen en sacos especiales de tela, o se envuelven en un lienzo, y luego se colocan en el horno o estufa, a la temperatura de 38° a 40°, durante el tiempo que la práctica aconseja. Terminada esta operación, se escogen, quitando todas las partículas extrañas que, como las espinas de los nopales, masas de cera, etc., suelen siempre llevar. Las cochinillas tienen muy buen aspecto; aparecen como granosas y cubiertas de polvo céreo nacarado que siempre tiene el insecto antes de ser muerto y haber sufrido la desecación.

2.ª *Cochinilla negra (Zaccatilla, Cascarellia).*—Las cochinillas se desecan colocándolas en paila o láminas de hierro, y sometiéndolas a la temperatura de 40° en hornos especiales y durante un tiempo determinado. Esta variedad se distingue fácilmente de la anterior por su color rojo obscuro y porque apenas si tiene polvillo céreo.

3.ª *Cochinilla roja (Roseta).*—Matan la cochinilla sumergiéndola en agua caliente; luego la desecan exponiéndola al sol. Resulta una variedad muy inferior a las anteriores, por tener menor proporción de materia colorante. La cochinilla tiene color rojo y carece por completo de polvo nacarado céreo.

Las cochinillas más estimadas en el comercio son las de México, Honduras y Canarias. Las de Andalucía y Valencia, cuando se explotaba con actividad la coccicultura, podían competir en bondad con las del extranjero.

Falsificaciones.—Se citan falsificaciones con cochinillas artificiales hechas con arcilla y una substancia roja; la falsificación no puede ser más tosca, y huelga todo lo que podamos decir para diferenciarlas. Con gran facilidad podrá distinguirse también si se agregan a las cochinillas virutas de plomo para aumentar el peso.

Dos son las falsificaciones más frecuentes: 1.ª Quitar la materia colorante a la cochinilla; y 2.ª Imitar las variedades buenas. Cuando a una cochinilla se le quita la materia colo-

rante, queda casi deshecho el animal; pierde la cera, y, sobretodo, no acusa principio colorante, o si lo muestra, es en pequeña cantidad; lo recomendado es determinar la materia colorante por cualquiera de los procedimientos indicados en obras especiales, siendo quizá el mejor el fundado en la acción descolorante del cloro.

Las variedades malas las humedecen exponiéndolas a la acción del vapor acuoso, y luego las recubren con polvo de talco, yeso, etc., con objeto de que adquieran el aspecto de la cochinilla gris. Para descubrir la falsificación no hay más que colocar unas cuantas cochinillas en un tubo de ensayo; se agrega agua y se agita; si la cochinilla fuera buena, el polvillo no desaparece; pero estando falsificada en la forma dicha anteriormente, todo el polvillo desaparece, quedando la cochinilla limpia. Puede también ensayarse por los reactivos químicos.

Composición química.—La importancia de la cochinilla es debida al principio colorante que contiene en notable cantidad; este principio es la *carmina*, de color rojo purpúreo, cristalizable, soluble en el alcohol y en el agua, insoluble en el éter. Si a la disolución acuosa de carmina se agrega potasa o amoníaco, adquiere el líquido una coloración violácea; por los ácidos toma color rojo amarillento. Con el bitartrato potásico precipita *carmín* o *ácido carmínico*, muy usado como materia colorante.

Usos.—En farmacia puede decirse que hoy no tiene más uso que para dar color a ciertos preparados medicinales. Es de mucho uso para colorear ciertas preparaciones microscópicas. La mayor importancia es como materia tinctorial en la industria.

Porphyrophora Burm.—Antenas, en el macho, compuestas de 13 ó 14 artejos. Abdomen terminado por un manojito de cerdas. Hembras con las patas anteriores colocadas cerca de las antenas.

Es de importancia la *P. Polonica* L.

Porphyrophora polonica L.—Conocida vulgarmente con el nombre de *sangre de San Juan*. La especie se desarrolla sobre las raíces de ciertas plantas, tales como la *Potentilla reptans* L. (Rosáceas), *Scleranthus perennis* L., *Herniaria glabra* L. (Paroniquiáceas), y otros vegetales. Vive en Polonia, Rusia, Suecia, etc. Los caracteres son los indicados anteriormente; el color es rojo obscuro en el macho, más claro en la hembra, por más que ésta es la que se encuentra en el comercio. Tiene revestimiento céreo, pero en pequeña cantidad.

Esta cochinilla rara vez se encuentra en el comercio, no

siendo objeto de activa explotación. Contiene carmina, y en Rusia y otros países se emplea en tintorería.

Kermes Amyot.—Hembras, después de la puesta, sin segmentación, antenas ni patas. Al exterior no acusa diferenciación alguna. Machos desconocidos o por lo menos no estudiados. Tiene interés el *K. vermilio* Planch., llamado vulgarmente *grana Kermes*.

Grana kermes (fig. 32).—*Kermes vermilio* Planch. (*Coccus ilicis* L.). —Vive sobre el *Quercus coccifera* L. (*coscoja*), planta de la familia Cupulíferas y muy abundante en España, menos en el N.

Fig. 32

Hemos dicho que el macho no es conocido; la hembra es, pues, la que constituye la grana Kermes. Es tal la degeneración que experimenta el insecto, que, como dijimos, no tiene diferenciación externa, carece de patas y de antenas, sin segmentación ni un solo carácter visible, al pronto, que indique se trate de un insecto. Cuerpo esférico, liso y de color rojo intenso.

Para los que tienen pocos conocimientos de Historia Natural, la grana Kermes es el fruto de la coscoja; puedo asegurar que en algunos pueblos de Andalucía y muchos de Extremadura, los campesinos poco instruídos creen que la coscoja echa dos clases de frutos: unos como las beliotas de encina (verdadero fruto) y otros rojos, que nacen directamente del tallo o de las hojas (grana Kermes).

El principio colorante es la *carmina;* se usó como la cochinilla de México. Tuvo uso medicinal, formando parte de algunos preparados, tal la célebre *confección alkermes*, hoy sin importancia en este concepto.

Gossyparia Blanch.—Hembras con antenas de 9 artejos; aparato bucal corto, obtuso y comprimido. Machos desconocidos Corresponde a este género la siguiente especie:

Gossyparia mannifera R. Blanch.—Los machos son des-

conocidos. Las hembras, de pequeño tamaño (5 mm.), tienen un contorno elíptico rectangular, pelosas y punteadas por la faz dorsal, casi lampiñas por la ventral; los demás caracteres son los indicados en la frase genérica. Vive en Armenia, Asia Menor y Persia, sobre diversas plantas, pero principalmente sobre el *Tamarix Gallica* L., *var mannifera* Ehrb. (Tamaricáceas).

El mencionado insecto se dispone en gran número sobre las ramas tiernas del *taray;* brota luego un líquido parecido a la miel, pero que se solidifica por enfriamiento. Esta substancia azucarada la conocemos con el nombre de *Maná del Sinaí*, aunque en su composición química nada se descubre de *manita*. Para recogerlo hay que hacerlo antes de la salida del sol, porque el fresco de la noche lo ha solidificado; de día está líquido y difundido por el vegetal.

Según Berthelot, contiene las siguientes materias, a más de agua y otras substancias sin importancia: Sacarosa, 55; levulosa y dextrosa, 25; dextrina y productos análogos, 20. Es, pues, un producto sacarino que nada tiene que ver con el maná de los fresnos.

Como no es mucha la cantidad que se recolecta de esta substancia, no es objeto de activa explotación; en el Sinaí, en el convento de Santa Catalina, suele venderse a los viajeros.

Está fuera de duda que la mencionada materia azucarada es producto segregado por la *G. mannifera* R. Blanch. y no por el vegetal. Pruébalo el que, siendo la corteza del vegetal amarga, el producto es dulce y nada amargo; el insecto colocado sobre vegetales diversos produce siempre el mismo producto y sin que altere la composición química.

Ericerus.—Machos con alas mesotorácicas membranosas y dos estiletes o *balancines* articulados, uno a cada lado del metatórax y terminados éstos por dos filamentos. Abdomen con dos largas cerdas terminales. Hembras anormales. La especie importante es la siguiente:

Ericerus ceriferus Guer. Mén.—*Ericerus pe-la* Künck, *Pe-la cerifera* Targ-Tozz., *Coccus sinensis* Westw.

Los machos son grandes, alados, con balancines y con dos largas cerdas abdominales. Cabeza triangular, estrechada por detrás; tórax grande de forma subromboidal. Patas y antenas largas y pelosas. Hembras globulosas, anormales y con gran escotadura en la parte ventral.

Vive en China sobre diversas plantas *Fraxinus sinensis, Ligustrum glabrum, L. lucidum, Rhus succedaneus*, etc., etc.

Según E. Reclus, en la provincia de Sse-Tchouen, el cul-

tivo del *Ericerus ceriferus* es objeto de activa explotación. El insecto vive sobre las hojas del *Ligustrum lucidum;* los cultivadores salen a recoger los huevos del insecto y los colocan sobre el *Fraxinus sinensis;* aquí evolucionan y producen las formas adultas, siendo el individuo macho el que segrega la *cera de China.*

La *cera de China, Pei-la* o *cera de insecto,* es un producto blanco, trasluciente y fusible a 83° c. Soluble en los aceites esenciales, poco soluble en el alcohol etílico e insoluble en el agua; inatacable por los ácidos y álcalis. Químicamente considerada, es el cerotato de cerilo o *éter cerótico.*

Se usa en China para la preparación de ceratos medicinales, y sobre todo para la confección de bujías.

Tachardia R. Blanch.—Machos con las antenas ramificadas en la terminación y constituídas por 9 artejos; abdomen terminado por dos cerdas. Hembras anormales.

Tachardia lacca R. Blanch.—*Coccus Lacca* Ker., *Carteria Lacca* Sign.—Este notable insecto, que es el que produce la *Laca*, vive en la India sobre varios vegetales, como son el *Ziziphus jujuba, Butea frondosa, Ficus indica, F. religiosa, Croton lacciferum, Anona squamosa,* etc.; plantas, como se ve, muy diversas y correspondientes a distintas familias.

Hay gran dimorfismo sexual; se conocen dos clases de individuos machos: unos de *verano*, ápteros, y otros de *invierno*, alados; estos últimos individuos tienen antenas con 9 artejos, ramificadas en el extremo y tan largas como la mitad del cuerpo; boca y ojos pequeños, casi invisibles a simple vista; dos alas mesotorácicas membranosas, transparentes y algo más largas que el cuerpo; abdomen terminado por dos cerdas.

La hembra ha sido muy bien descrita por el naturalista Targioni-Tozzetti; como ya hemos dicho, la hembra es anormal, pero con bastante diferenciación externa. Su forma es elíptica, con dos extremidades, una oral o anterior y otra adoral o posterior; en su extremo anterior se encuentra la boca propia de los hemípteros, es decir, con las mandíbulas y maxilas transformadas en estiletes quitinosos; a cada lado de la boca se ve un largo lóbulo. En la mitad posterior del cuerpo, próximo a la línea media y en la cara inferior, hay dos pequeños tubérculos estigmáticos llenos de orificios. En la parte posterior del cuerpo hay cuatro tubérculos, uno casi ventral terminado en punta, otro superior y dos laterales; en el tubérculo superior, y un poco excéntrico, se abre el ano; por eso se llama *tubérculo anal*; formando círculo se disponen 10 largas pestañas o pelos retiformes y multitud de papilas

cónicas. También se ve en la extremidad posterior dos estigmas marginados por un engruesamiento en forma de Y.

Insecto ovovivíparo; las larvas, que son de color rojo, lo mismo que los huevos, abandonan el cuerpo de la madre y se disponen sobre las ramas del vegetal sobre el que viven.

Tanto el macho como la hembra segregan una materia resinosocérea, llamada *goma laca*, con la que se cubren unas veces completamente, como el macho, o dejando orificios que comunican con el exterior, que es lo que hacen las hembras. Los individuos se disponen formando hileras sobre las ramas y muy próximos los unos a los otros, de tal suerte que el producto segregado por uno se mezcla con el segregado por el contiguo, resultando con esto que el trozo de rama donde se hallan los insectos queda completamente cubierto por la *laca*.

Goma laca.—*Laca, Resina laca.*—Es el producto resinoso céreo segregado por la *Tachardia Lacca*. El aspecto de la laca es distinto según las formas o suertes comerciales.

En ella se distingue perfectamente por medio de análisis tres principios esenciales, que son: un principio resinoso preponderante, materia cérea y materia colorante. Estas tres substancias guardan, hasta cierto modo, independencia, y constituyen regiones determinadas en la laca, tal como se presenta en la naturaleza. Para demostrar lo indicado, no hay más que repetir la experiencia de Gascard, que consiste en sumergir, por algunos días, un trozo de laca natural en alcohol de 90° y a temperatura ordinaria, procurando renovar el alcohol de veinticuatro en veinticuatro horas. El alcohol disuelve la resina, que forma hebras amarillas, y van a parar al fondo de la vasija donde se hace la experiencia; pero no disuelve ni la cera ni a la materia colorante. Si al cabo de tres o cuatro días se corta transversalmente la rama, se verán tres capas en la laca: una externa, blanca, fibrosa y cérea; otra media de color rojo, donde están los insectos, larvas y huevos; y por último una capa interna, blanca y cérea, con igual o parecido aspecto que la externa. Cogida una pequeña cantidad de esa masa blanca y mirada al microscopio, aparece filamentosa y sedosa; con una pipeta o varilla se agrega a la preparación una gota de bencina y se calienta prudencialmente, y al punto se vuelve a mirar al microscopio, siendo recomendable emplear luz polarizada; las fibras sedosas desaparecen completamente, si es que no estaban mezcladas con pelos, y por enfriamiento aparecen los cristalitos céreos con aspecto característico.

Se deduce de lo dicho, según Gascard, que la capa inter-

media o rojiza está formada por el insecto, larvas y huevos, protegidos por capas céreas que mantienen a estos animales y contrarrestan el endurecimiento de la materia resinosa externa e interna que impediría el funcionamiento respiratorio, por obturar los estigmas e impedir la entrada del aire.

Suertes comerciales.—Varias son las formas como la goma laca aparece en el comercio; pero las más típicas e importantes son tres: 1.ª *Laca en palos.* Es la laca tal como está en la naturaleza y provista de los ramos vegetales donde se formó; color rojo o amarillento, forma granosa y concrecionada; fractura vítrea; presenta una multitud de agujeros comunicando cada uno con la correspondiente celdilla donde vivió el individuo hembra que, como dijimos, es el que comunica con el exterior. 2.ª *Laca en granos.* Sólo se diferencia de la anterior por estar desprovista de las ramas; ordinariamente es laca de inferior calidad. 3.ª *Laca en placas.* La laca separada de los ramos vegetales se funde y filtra por sacos o telas especiales, dejándola caer sobre superficies planas, para que quede bien extendida; por enfriamiento solidifica en tenues láminas frágiles, y así la recogen y disponen luego para ser enviada al comercio. Cuando la funden en el agua hirviendo, pierde gran parte del principio colorante.

Se conocen más suertes comerciales, tales son: la laca en *masas, cilindros,* etc. Hay una goma laca que tiene la forma de cilindros retorcidos, blanca por haberla quitado la materia colorante y gran parte de la resina, y un brillo sedoso muy marcado; esta variedad es conocida con el nombre de *laca blanca* o *sedosa.*

Composición química.—Las substancias importantes que se encuentran en la laca son tres: resina, cera y materia colorante. Hatchett ha hecho el análisis del material que estudiamos, habiendo encontrado el siguiente tanto por ciento de los tres principios indicados:

	Laca en palos	Laca en granos	Laca en lámina
Resina.....	68	88,5	90,9
Cera.....	6	4,5	4
Principio colorante....	10	2,5	0,5

Si se trata la laca pulverizada por un líquido acuoso y débil de sosa, se disuelve toda la materia colorante; tratada, a su vez, la disolución alcalina por el alumbre, se forma un precipitado que se conoce con el nombre comercial de *laca-laca;* la materia colorante es parecida al rojo de carmín, y al igual que él se usa como materia colorante.

Si se despoja a la resina del principio céreo y luego se oxida con una disolución de permanganato potásico y fuertemente alcalinizada, se forma abundante cantidad de *ácido acelaico.*

Por último, la cera está formada por éteres cerótico, palmítico, oleico, melísico, y un 50 por 100 de alcohol mirícico libre y algo de alcohol cerílico. Según Gascard, en la cera de la laca en palos hay un *éter nítrico;* es decir, un éter cristalizado en el que el alcohol mirícico está eterificado por el ácido nítrico, lo que no deja de ser curioso por lo raro.

Usos.—La goma laca tiene importancia en la industria y artes para la confección de lacres y barnices. Sometida la laca a la acción del ácido nítrico, se produce el llamado *tanino artificial;* con laca, negro de humo y carbonato potásico se forma un complejo parecido a la *tinta china.* La *laca-laca,* obtenida como hemos dicho, es usada como materia colorante.

Tiene uso medicinal como dentífrico; se empleó en la confección de medicamentos complejos y para obtener las tinturas acuosa y alcohólica de laca.

Se conocen otras especies que producen goma laca, como es la *Gascardia Madagascariensis* Targ. Tozz., que proporciona la *Laca de Madagascar.* Esta laca es rica en ácido nítrico, y, según Gascard, hay un éter cerílico fórmico que forma parte de la cera de la laca. El insecto vive sobre una especie de Laurácea. También la *Tachardia lareæ* R. Blanch. y *T. mexicana* R. Blanch. proporcionan goma laca: la primera de Arizona y la segunda de Tampico.

Llaveia Sing. — Machos alados; antenas filiformes, de 18 artejos; abdomen terminado por 6 u 8 sedas largas. Antenas en las hembras de 10 artejos. Corresponde a este género la *Llaveia axinus* Sing.

Llaveia axinus Sing.—*Coccus axinus* Llave. *Axin.*—El macho presenta alas membranosas mesotorácicas, provistas de tres nerviaciones longitudinales; antenas filiformes de 18 artejos; dos ojos bien visibles, negros y brillantes, colocados a los lados de la cabeza; abdomen terminado por 6 u 8 sedas largas. La hembra es grande y está recubierta por una secreción cérea blanca que oculta y enmascara el color rosado que tiene el cuerpo del animal. Antenas cortas de 10 artejos. Con mucha frecuencia el cuerpo del insecto muestra una porción de puntos o manchas negruzcas colocadas sin orden. Las larvas son de color rojo obscuro y tienen las antenas constituídas por 7 artejos. Viven en México sobre diversas plantas, tales como la *Jatropha curcas, Spondias rubra, Xanthoxylum*

clava Herculis, etc., etc., a cuyos vegetales se agarra fuertemente el insecto.

En estado adulto tiene este animal gran cantidad de materia grasa secante que se dispone debajo de la piel; colocados los insectos en agua hirviendo, la materia grasa sale fuera del animal y queda sobrenadando en la superficie, de donde se la recoge por decantación; por enfriamiento se solidifica y constituye el *Agé* o *Axin* de la farmacopea Mexicana. Resulta una grasa muy secante, de olor a manteca rancia y fusible a 36°; insoluble en el agua y alcohol en frío; soluble en la esencia de trementina, sulfuro de carbono y éter etílico. Descompuesta al calor, y debido a la glicerina, desprende acroleína, como todas las materias grasas. Por la acción del oxígeno se transforma en una materia dura e insoluble; es la grasa quizá más secante que conocemos.

Tiene mucha importancia, por sus propiedades secantes, en la pintura, usándose también en la medicina popular.

ZOOPTIRIOS

Insectos de pequeño tamaño y vida parasitaria; carecen de alas y ojos compuestos, pero tienen a su vez estemas laterales. Tarsos cortos, constituídos por uno o dos artejos. El aparato bucal se diferencia notablemente del típico de los hemípteros: consiste en un tubo flexible, sin ranura dorsal, constituído por el labio inferior; dentro del tubo se descubren cuatro estiletes quitinosos que representan dos a las mandíbulas y los otros dos a las maxilas.

Si se incluye en este suborden a los *Malófagos*, como hacen algunos naturalistas, entre ellos E. Perrier, el grupo resulta complejo e innatural, porque los *Malófagos* tienen el aparato bucal masticador; es decir, mandíbulas masticadoras y maxilas con palpos, aunque poco desenvuelto. Por lo demás, tanto el aspecto como las costumbres, son parecidas en todos ellos.

Se comprenderán, pues, dos familias:

Aparato bucal masticador	*Malófagos.*
Aparato bucal chupador	*Pedicúlidos.*

Familia pedicúlidos.—Aparato bucal chupador y constituído en la forma ya indicada. Protórax, mesotórax y metatórax confundidos.

Los géneros y especies notables son los siguientes:

Pediculus Leach. Antenas de cinco artejos; abdomen con

siete anillos.—*Pediculus capitis* L. Se encuentra en la cabeza de las personas poco limpias; coloca los huevos en el pelo y se conocen éstos con el nombre de *liendres*.—*Pediculus corporis* L. Vive en el cuerpo del hombre; tanto esta especie como la anterior reciben el nombre de *piojos*, y su presencia en el hombre revela lamentable abandono de limpieza.

El *Pediculus tabescentium* Al. (*P. vestimenti* Nitzsch.), que es un piojo de los más grandes, produce en el hombre la enfermedad conocida con el nombre de *tiriasis*, por introducirse debajo de la piel, depositar allí los huevos, produciendo especies de flictenas; se desarrolla y reproduce asombrosamente, infestando a los pocos días al individuo atacado. Se supone que el insecto se reproduce partenogenéticamente, y así se explica fácilmente su rápida multiplicación y la pronta infección de los atacados. Estas especies transmiten el tifus exantemático, la fiebre recurrente y varios gusanos parásitos.

Phthyrius Leach.— Antenas de cinco artejos; abdomen constituído por ocho anillos. Corresponde a este género el *Phthyrius inguinalis* Denny (*Pediculus pubis* L.), conocido con el nombre de *ladilla*, especie parásita en el hombre.

ORDEN DÍPTEROS

Aparato bucal chupador, formando una probóscide; metamorfosis complicadas. Con dos alas membranosas mesotorácicas y falta constante de las metatorácicas.

La disposición del aparato bucal es siempre chupador, pero la estructura de éste varía según los grupos; el aparato bucal forma una especie de trompa o *probóscide*, que jamás es articulada; unas veces es rígida (*Tabanus* L.) y otras termina por labios carnosos (*Musca domestica* L.). En los *afanípteros* no hay labro; las mandíbulas son estiliformes y quitinosas, y están colocadas en un estuche, formado por las maxilas con sus palpos correspondientes, y el labio inferior provisto como las maxilas de palpos labiales. En los *nemóceros*, el labro, mandíbulas y maxilas son estiliformes y están colocadas dentro del canal que forma el labio inferior. Los *braquíceros* tienen el aparato bucal parecido al de los nemóceros, pudiendo, sin embargo, faltar algún estilete. Por último, el chupador de los *pupíparos* está frecuentemente formado por el labro transformado en estilete quitinoso y protegido por las maxilas; labio inferior rudimentario, faltando en en muchos éste y las mandíbulas.

Tienen casi todos un par de alas membranosas mesotorá-

cicas, provistas en la base de unas expansiones membranosas convexas por la parte superior y dirigidas hacia atrás, que reciben el nombre de *cucharitas*.

Articulado al metatórax hay un estilete a cada lado, terminado por un botón o maza, que representan las alas metatorácicas; este par de estiletes reciben el nombre de *balancines*, y parecen estar destinados a variar la dirección del vuelo, aplicándolos a las alas y evitar la vibración.

Metamorfosis complicada; poco dimorfismo sexual. Comprende los siguientes subórdenes:

Antenas de uno a dos artejos; sin alas o con ellas; larvas acéfalas	*Pupíparos.*
Antenas de tres artejos; con alas	*Braquíceros.*
Antenas plumosas o filiformes de seis o más artejos; con alas	*Nemóceros.*
Antenas moniliformes de cuatro artejos; sin alas	*Afanípteros.*

Pupíparos.—Los caracteres indicados anteriormente. Es curioso de estos animales que la fase larvaria la pasan en el interior de la madre, en una dilatación vaginal; al nacer se transforman inmediatamente en ninfas. Se incluye en este suborden la *Hippobosca equina* L., o sea la *mosca borriquera*, tan frecuente en los solípedos.

Braquíceros.—Antenas cortas de tres artejos; larvas ápodas y vermiformes. Son especies interesantes la *Musca domestica* L., o *mosca común; Lucilia Caesar* L., o mosca verde dorada; *Sarcophaga carnaria* L., que deposita las larvas, pues es vivípara, sobre las carnes; *Tabanus bobinus* L., o *tábano*, etcétera.

Todas estas especies, tan conocidas y vulgares, son de gran importancia higiénica y transmisoras de muchas enfermedades. La «mosca común» o *Musca domestica* es, indudablemente, el medio más frecuente y fácil de transmisión de las «lombrices de los niños» pues posándose en los excrementos de individuos atacados de dicho parásito, llevan en las patas y trompa el detritus con los huevos del vermes, que luego depositan en el pan y otras usuales materias alimenticias.

La *Sarcophaga carnaria* L., mencionada, puede depositar las larvas en heridas o cavidades naturales del hombre, desarrollarse en ellas y producir graves afecciones, hasta la muerte; esta especie, así como la *Sarcophaga magnifica* Sch. y otras, son las principales productoras de las «miasis cavitarias», todas graves, siendo común la «nasomiasis» o afec-

ción producida por las larvas cuando se desarrollan en las fosas nasales.

Merecen especial mención una porción de especies que atacan al hombre, colocándole debajo de la piel las larvas; en este caso se encuentran la *Hypoderma bovis* Latr., *H. Diana* Brauer, *Dermatobia noxialis* Brauer y otras menos conocidas; la presencia de las larvas bajo la piel del hombre determina la formación de tumores, a veces con caracteres de gravedad; las personas pobres que no usan calzado están expuestas a ser atacadas por estos insectos.

De las especies indicadas que atacan al hombre, sólo la primera es europea.

Un género de gran importancia es el *Glossina*, cuyas especies hematófagas son las transmisoras de varias enfermedades, principalmente de la llamada «enfermedad del sueño», producida por el *Trypanosoma gambiense;* la especie transmisora es la *Glossina palpalis* o «mosca tsé-tsé», una especie de tábano que ataca al hombre. La *Gloxina morsitans* y *G. fusca*, llamada también «tsé-tsé» por los del Camerón, Muni y Nigeria, son las encargadas de transmitir a los caballos el *Trypanosoma brucei,* productor de la enfermedad llamada «nagana». Las especies del género *Glossina* son *vivíparas*, es decir, que no ponen huevos y sí directamente unas larvas blancas y movibles que, sin alimentarse, se transforman en ninfa. Son todas especies africanas.

Nemóceros.—Antenas largas, plumosas o filiformes, constituídas por seis o más artejos; alas bien desarrolladas y membranosas. Larvas con cabeza distinta; las ninfas son como crisálidas; es decir, que a través de la piel se ponen de relieve los órganos externos del animal.

Son especies notables la *Cecidomya destructor* Say., tipo de la familia *cecidómidos,* cuyas larvas se desarrollan sobre los trigos, produciendo cuando abundan estragos de verdadera importancia.

La *Tipula pratensis* L. y *T. oleracea* L. son unos mosquitos muy grandes y con las patas muy desarrolladas, que se encuentran con frecuencia al lado de los arroyos, aunque son especies terrestres.

Próximas a las especies anteriores, y constituyendo la familia *Culícidos*, se hallan una porción de especies conocidas con el nombre de *mosquitos*, que molestan al hombre, y a veces le inoculan gérmenes de enfermedades infecciosas; tal ocurre con las correspondientes al género *Anopheles* Meig., principalmente el *Anopheles maculipennis* Fabr., que inocula, al picar, la malaria o *Haemamaeba Laverani*, esporozoario del

cual ya nos hemos ocupado; por intermedio del *Culex pipiens* Fabr., terminan el ciclo evolutivo algunos gusanos parásitos en el hombre, como es ejemplo la *Filaria brancrofti*, en la forma dicha en su lugar oportuno; este es el «mosquito» más común, «trompetero», que pica al hombre.

Afanípteros.—Dípteros anormales, sin alas, con los anillos torácicos distintos; antenas moniliformes constituídas por cuatro artejos. Patas posteriores muy desarrolladas, a lo que se debe que estos animales sean saltadores. Larvas con cabeza distinta; las ninfas son, como la de los insectos masticadores, de metamorfosis complicada. Dos son las especies más importantes: el *Pulex irritans* L., o *pulga común*, y una especie americana, el *Rhynchoprion penetrans* L., conocida allí con el nombre de *nigua*. La «pulga común» y la «pulga del perro» —*Pulex serraticeps*—inoculan a los niños la enfermedad llamada «Kala-azar infantil», producida por la *Lehismania infantum*, así como también el denominado «botón de oriente» y la solitaria *Dipylidium caninum*.

ORDEN LEPIDÓPTEROS

Aparato bucal chupador y en forma de espiritrompa; cuatro alas membranosas cubiertas de pequeñas escamas; metamorfosis complicada.

El aparato bucal de los Lepidópteros es chupador; consiste en su parte más esencial en una *espiritrompa* larga, a veces más que el cuerpo del insecto, arrollada en espiral como lo está el muelle de un reloj, pero que el animal puede distender a voluntad; cuando los lepidópteros vuelan alrededor de las flores, es buena ocasión para observar la espiritrompa distendida. La espiritrompa está formada por las *maxilas;* las maxilas presentan en su borde interno un canal longitudinal, y por aproximación de las dos, forman un tubo por el cual ascienden los líquidos que toman de las flores. Cada maxila muestra en su interior una cavidad longitudinal ciega; es decir, que no comunica con el exterior, y por cuyas cavidades se creía antiguamente absorbían los líquidos los lepidópteros.

Protegiendo a la espiritrompa aparecen en la parte inferior un par de órganos extremadamente desarrollados y pelosos, que son los *palpos labiales*, estando poco desenvuelto el resto del labio inferior. En la parte superior se diferencian tres tubérculos, uno impar, que representa al *labro*, y los otros dos laterales, que son las *mandíbulas* atrofiadas.

Tienen alas mesotorácicas y metatorácicas membranosas;

las alas son frecuentemente coloreadas, a veces con lindísimos colores, que hace que los lepidópteros sean grupo de seres hermosos del reino animal; estas coloraciones dependen de las escamas que constantemente recubren las alas, y pueden variar, aun dentro de la especie, por exceso o falta de pigmento *(melanismo* o *albinismo)*.

Puede indicarse como dato curioso que algunos Lepidópteros tienen atrofiadas las patas protorácicas, resultando tetrápodos; aun en los casos de mayor atrofia hay siempre rudimentos de patas anteriores.

Metamorfosis complicadas; las larvas *(orugas)* tienen patas torácicas córneas y otras abdominales tuberculosas; estas larvas, como la de todos los insectos, son masticadoras y muy voraces. Con mucha frecuencia las larvas se envuelven en capullos de seda que ellas mismas fabrican con el líquido, solidificable en presencia del aire, que segregan las glándulas sericíparas que poseen en la boca y que están en comunicación con el labio inferior; envueltas en el capullo, se transforman en ninfas *(crisálidas)*, las que a su vez producen la mariposa o insecto adulto.

Muchas son las familias incluídas en este orden, pero nosotros sólo nos ocuparemos de las mariposas nocturnas.

Bombícidos.—Insectos nocturnos; antenas plumosas en los machos, filiformes o dentadas en las hembras; espiritrompa poco desenvuelta. Muchas son las especies correspondientes a esta familia. La *Cnethocampa Pityocampa* Cat. y *C. Procesionaria* L. viven sobre los pinos y robles, ocasionando grandes daños; las orugas de estos insectos son pelosas, y los pelos son urticantes por contener ácido fórmico, por cuya razón fueron empleados antes como rubefacientes. La seda de los capullos de diversas especies exóticas, tales como el *Attacus Yamamai* G. Men., son objeto de explotación.

La especie más importante de esta familia y del orden es la *Sericaria mori* L., cuya larva es el *gusano de la seda;* es originaria de la China, y fué introducida en Europa en el siglo VI. La larva u oruga se alimenta de las hojas del moral; luego engendra un capullo de seda, donde se envuelve y se transforma en crisálida; de la crisálida sale el insecto alado y adulto. Como dijimos, el capullo formado por la oruga mediante las glándulas sericíparas que tienen en la boca, está constituído por *seda*, o sea esa substancia textil de tanto interés industrial, que se emplea en la preparación de tejidos finos. La seda tuvo algún interés farmacéutico; hoy sin importancia alguna bajo este concepto.

Microlepidópteros.—Mariposas de pequeño tamaño, noc-

turnas y con las alas caídas oblicuamente durante el reposo. Las antenas son frecuentemente filiformes, a diferencia de las otras mariposas nocturnas, que las tienen, en los machos, plumosas. A este grupo corresponden las *polillas*, que tantos daños producen durante la vida larvaria. El *Pyralis vitana* Bosc., cuyas larvas viven sobre las vides, ocasionando pérdidas en las cosechas. La larva de la *Carpocapsa pomonella* L. vive dentro de las manzanas y peras. La *Galleria mellionella* L., en forma de larva, ataca los panales de las colmenas o a la cera ya preparada. La *Tinea pellionella* Fabr. es la polilla de las ropas de lana; la *Sitotroga cerealella* Ol. es la polilla del trigo, etc., etc.

* * *

Las mariposas de colores espléndidos son las diurnas, de antenas mazudas y alas verticales durante el reposo; son notables el *Papilio Machaon* y *P. podalirius; Vanessa cardui*, y las mariposas blancas con mancha negra *Pieris brassicæ*, *P. rapæ*, etc. La «mariposa de la muerte» es una crespuscular —*Acherontia atropos*—con las alas poco inclinadas, cuyas orugas viven en las plantaciones de patatas.

BIBLIOTECA
DEL
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

TIPO MOLUSCOS

Metazoos de simetría bilateral, enmascarada en la forma adulta por la tendencia que tienen a arrollarse en espiral; cuerpo blando sin segmentación aparente y con unos repliegues cutáneos o manto que segrega frecuentemente una concha calcárea. Sistema nervioso ganglionar, formado por el collar esofágico, ganglios cerebroides y otros repartidos sin regularidad por el cuerpo, no habiendo, por lo tanto, cadena infraintestinal.

Hay moluscos que carecen de conchas protectoras (*Limax* L., *Clione* Pall.); en otros, debido a cierta disposición del cuerpo, queda oculta bajo el cuerpo (muchos *Cefalópodos*); la concha puede ser univalva, tapándose la abertura, cuando inverna el animal, por una tenue capa o película llamada *epifragma* (*Helix*, etc.) o por un opérculo duro, quitinoso o calcáreo, que es persistente en el animal (*Murex* L., *Purpura* Brug., etc., etc.); cuando el opérculo adquiere tanto o casi tanto desarrollo como la concha, éstas se llaman bivalvas; pueden ser desiguales, conservando el opérculo su forma aplanada (*Ostrea* L., *Pecten* Müll., etc.), o, por el contrario, las dos conchas de igual forma e iguales (*Mytilus* L., *Cardium* L., *Venus* L., etc.). En las especies del género *Chiton* L., la cubierta es distinta a la de los demás moluscos; la concha, llamada también *loriga*, es quitinosa, está incrustada por carbonato cálcico y formada por ocho placas colocadas en serie empizarrada y articuladas unas con otras.

De lo expuesto se deduce que la inmensa mayoría de los moluscos pueden agruparse artificialmente en dos secciones: *univalvos* o con una concha, y *bivalvos* o con dos conchas; en este último caso las dos valvas están unidas por un ligamento, notándose cerca de la inserción unas eminencias o tubérculos, cuyo conjunto recibe el nombre de *charnela;* la articulación corresponde constantemente a la región dorsal del animal; las conchas son laterales y no ventral y dorsal como en los gusanos conocidos con el nombre de *Braquiópodos*.

Los rebordes de la piel reciben el nombre de manto; el

manto puede ser cerrado, guardando en este caso todo el cuerpo del molusco; entonces, y para que puedan comunicar con el exterior, hay unos tubos que reciben el nombre de sifones (*Venus* L., etc.), o, por el contrario, el manto no se une en los bordes, comunicando ya directamente el animal con el exterior (*Ostrea*, etc.).

La cabeza del animal puede estar diferenciada o confundida con el resto del cuerpo (*acéfalos*); en algunas especies, como las del género *Helix* L. y Helícidos en general, tienen sobre la cabeza cuatro tentáculos o a veces fuertes brazos con ventosas, como en muchos Cefalópodos, aunque en éstos los tentáculos o brazos son ramificaciones del *pie*.

El *pie* es una masa carnosa formada por el manto y que está destinado a la locomoción; cuando el pie es independiente, y esto ocurre en todos, menos en los Cefalópodos, forma una región especial, a veces sumamente diferenciada; puede ser deprimido, entero o bilobulado, o, por el contrario, comprimido y destinado a la natación (Heterópodos).

El *aparato digestivo* sufre alguna modificación, según el régimen alimenticio del molusco. Consta frecuentemente de una boca colocada o no en el extremo de una trompa, con apéndices quitinosos, a veces muy desenvueltos, entre los que merece especial mención la *rádula*, o sea una cinta o lámina cartilaginosa con dientecitos silíceos, colocada en la parte inferior de la boca; los Lamelibranquios carecen de rádula. Sigue el esófago, frecuentemente con una dilatación o buche; el estómago es musculoso y en su pared interna hay unas piezas quitinosas propias para verificar la trituración de los alimentos, por lo cual puede compararse con la molleja de aves grannívoras. Puede haber ventrículo quilífico independiente o confundido con la cavidad anterior. Sigue el intestino largo que va a parar al ano; el ano ocupa el lado opuesto al que se encuentra el corazón, y con mucha frecuencia está no muy distante de la boca. Hay glándulas dependientes del aparato digestivo; las *salivares* aparecen muy diferenciadas, con estructura comparable a la de los vertebrados; en algunas especies el líquido segregado por las glándulas es ácido (*ácido sulfúrico*), lo que contribuye a destrozar la concha de otros moluscos, de los cuales se alimentan. El hígado ocupa una gran parte del abdomen y sus conductos excretores van a desembocar al ventrículo quilífico o a la cavidad anterior cuando las dos están confundidas. Se conocen también glándulas renales o nefrídicas, llamadas también *órganos de Bojanus;* los nefridios pueden existir en número de uno, dos o cuatro, y segregan guanina, urea y a veces ácido úrico.

Otras glándulas se conocen en los moluscos, siendo notables las que producen la *púrpura* de ciertos moluscos marinos, la *tinta* de ciertos cefalópodos, etc.

El *aparato circulatorio* es análogo al de algunos crustáceos; consiste en el corazón, formado por un ventrículo y una o dos aurículas, al que va la sangre desde el aparato respiratorio; las contracciones del corazón hacen que pase a los vasos arteriales, de aquí al aparato respiratorio y luego otra vez al corazón por intermedio de las venas branquiales o pulmonares. La sangre es incolora, a veces roja, como en los *Planorbis* L., debido a estar difundida en el plasma la hemoglobina; pero más frecuentemente es azulada, debido a la *hemocianina.*

El *aparato respiratorio* es diverso; en la mayoría de los moluscos es branquial, y las branquias, en forma de pinceles, peines, etc., se disponen entre el manto y la piel, en la *cavidad paleal;* en ciertos moluscos (Pulmonados) el aparato respiratorio está formado por una cavidad, con muchas ramificaciones de vasos sanguíneos en sus paredes interiores, dentro de la cual penetra el aire atmosférico, verificando la función respiratoria; esta cavidad es *pulmonar.* Aparte del aparato respiratorio, branquial o pulmonar, la respiración cutánea es muy activa en los moluscos.

El *sistema nervioso*, por lo general, está bien desarrollado; consiste en un par de ganglios supraesofágicos o cerebroides, otro par de ganglios infraesofágicos, unidos con los anteriores mediante dos cordones, constituyendo el conjunto el collar esofágico. El collar esofágico puede ser tan grande que abrace, no al esófago, sino a la mayor parte del tubo gástrico; hay otra masa ganglionar asimétrica que emite nervios al corazón, aparato digestivo, etc. De los ganglios cerebroides parten nervios que van a los órganos de los sentidos, y del infraesofágico parten los nervios que animan al pie musculoso. En algunos moluscos superiores, la masa ganglionar supra e infraesofágica se une por los lados, constituyendo un todo ganglionar. Como hemos visto, en los moluscos no hay cadena nerviosa infraintestinal.

Los órganos de los sentidos alcanzan gran desarrollo; el *gusto* parece estar concentrado en ciertas papilas de la boca; el *olfato*, en los tentáculos o en los *osfradios*, que son unos órganos en forma de faja que aparecen en la cavidad respiratoria; el *tacto* reside en los tentáculos y en general en todas las partes del cuerpo no adosadas a la concha; los *ojos* se sitúan en la superficie de la cabeza o sobre los tentáculos, y su estructura llega a veces a ser tan complicada como en los vertebrados; el *oído*, cuando existe, está formado por una

masa cartilaginosa con un agujero por donde penetra el nervio acústico y cuyos filamentos mantienen un otolito; en el interior de la masa redondeada cartilaginosa hay la *Linfa de Cotuni.*

Algunos moluscos son unisexuales, pero la mayoría son andróginos, resultando de este modo la fecundación recíproca; muchas veces no hay cópula, y el espermatozoo se fusiona con el óvulo fuera del cuerpo de la hembra, dejándolos a la casualidad. Los huevos pueden quedar dispersos, reunidos sobre las plantas u otros objetos acuáticos, o a veces se verifica la incubación de ellos en la cavidad paleal. La segmentación del vitelo puede ser completa o incompleta; las metamorfosis sencillas o complicadas, pero en el desarrollo siempre recuerdan al de los gusanos, de los cuales proceden por pérdida de metamerización, régimen de vida y adaptación; la transición está marcada por los Braquiópodos, y con los Artrópodos por los Cirrópodos. Las relaciones son tales, que naturalistas de la talla de Cuvier consideraban a los Braquiópodos y Cirrópodos clases de moluscos.

Unos moluscos son terrestres, la mayoría acuáticos; zoófagos o fitófagos.

Comprenden las siguientes clases:

Sin cabeza distinta..	Manto dividido en dos lóbulos; concha bivalva, unida por un ligamento que corresponde a la parte dorsal del molusco.....		*Lamelibranquios.*
	Con un pie musculoso trilobulado; concha tubulosa abierta en los dos extremos.....		*Escafópodos.*
Con cabeza distinta..	Con un pie musculoso diferenciado.		*Gastrópodos.*
	Sin pie musculoso diferenciado...	Sin concha; con dos expansiones dorsales, o al lado del cuello, que les sirven para nadar	*Pterópodos.*
		Manto en forma de saco, por cuya abertura saca el animal la cabeza; cabeza rodeada de tentáculos....	*Cefalópodos.*

BIBLIOTECA DEL INSTITUTO PROVINCIAL SORIA

CLASE LAMELIBRANQUIOS

Sin cabeza distinta; manto dividido en dos lóbulos; concha bivalva; a cada lado del cuerpo hay una o dos láminas branquiales.

La concha es bivalva, unidas las dos por intermedio de un ligamento elástico y apófisis o eminencias de las valvas, cuyo conjunto, hemos dicho, constituye la *charnela*. En el interior de cada valva se notan unas impresiones donde se insertan determinados músculos; hay unas que corresponden a los músculos aductores, o sean los que verifican la oclusión de las valvas, y reciben el nombre de *impresiones musculares;* éstas son en número de dos (*dimiarios*) o solamente una central (*monomiarios*). El manto se adhiere a las valvas cerca del borde de éstas y deja una impresión larga que va de uno a otro extremo y se denomina *impresión paleal*.

El manto puede permanecer con los bordes libres (*asifónidos*), pero con frecuencia se unen dejando sólo unos tubos o sifones, que son los que ponen al animal en comunicación con el exterior (*sifónidos*).

Los lamelibranquios se dividen en dos series:

Sin sifones.....	*Asifónidos.*
Con sifones.....	*Sifónidos.*

Asifónidos.—*Ostrea* L.—Un solo músculo aductor; ligamento alojado en una fosita triangular y sin prominencia en la charnela, por lo que ésta resulta sencilla; valvas desiguales y hojosas. Las especies de este género se conocen con el nombre de *ostras*, siendo las frecuentes la *O. edulis* L., *O. Cyrnussi* Pair., *O. hippopus* L., *O. angulata*. Las mencionadas son objeto de activa explotación, por resultar un alimento muy agradable y hoy de precio elevado; el cultivo y mejoramiento de tales moluscos constituye el tratado agrícola llamado la *Ostricultura*. Parece probado, y así lo confirman los que gustan de este alimento, que las ostras cultivadas en las rías o en otros parajes del mar donde se mezcla el agua salada con la dulce de los ríos, son más exquisitas y quizá de más fácil digestión. Lo cierto es que las ostras del Cantábrico, sobre todo las de Santander y rías de Galicia, pueden competir con las buenas del extranjero, y alcanzarían iguales precios que éstas si a ello no se opusieran circunstancias fáciles de

adivinar y que no son, ciertamente, debidas a la bondad del producto.

Cuando las ostras son cultivadas en sitios próximos a la desembocadura de las alcantarillas o de ríos que a no larga distancia pasaron cercanos a las poblaciones, pueden ser origen de enfermedades contagiosas, conociéndose repetidos casos de infección tifoidea por intermedio del molusco.

Pecten Müll.—Valvas con costillas radiantes y desiguales; el ligamento ocupa una fosita triangular, resultando, como en el género anterior, la charnela sencilla o con escasos y rudimentarios dientecitos; pie sumamente desarrollado; monomiarios; animales libres, rara vez con biso resistente. Reciben el nombre vulgar de *conchas de peregrinos* y el de *vieiras* (Galicia). Es frecuente en nuestras costas, sobre todo cantábricas y del NO., el *P. Jacobæus* L. y cuyo animal dispuesto en conservas se destina a la alimentación. En el mismo caso se halla el *P. maximus* L. y otros.

Meleagrina Lam.—Valvas desiguales y muy escabrosas; dos músculos aductores, uno poco desarrollado; ligamento casi externo y lineal. En la valva mayor y cerca del ligamento hay una escotadura, por donde sale el biso muy poblado por el que se fija el animal. La especie más notable es la *Meleagrina margaritifera* L., llamada *madreperla;* de este molusco, que vive a grandes profundidades en el mar de las Indias, golfo Pérsico, etc., se aprovecha el *nácar*, o sean las capas interiores de la concha y unas concreciones que aparecen sobre la cara interna de las valvas o en el espesor del manto, que reciben el nombre de *perlas*.

Las *perlas*, como ya hemos dicho, son concreciones formadas en el interior del molusco; también se forman en otros moluscos, como en las *Ostrea* L., *Unio* L., etc.; pero las más notables e interesantes son las que aparecen en la especie anteriormente indicada. La forma de las perlas es variable: redondas, ovoideas, elípticas y a veces irregulares *(berruecos);* muy distinto es también el tamaño, pues las hay que apenas si tienen medio milímetro de diámetro *(aljófar)* y otras llegan hasta dos centímetros por el diámetro o eje mayor *(perlas)*. Ordinariamente el color es blanco o ceniciento, con hermosas irisaciones *nacaradas,* debidas a las capas de aire que se interponen entre las de concreción; hay unas perlas llamadas de California, porque allí existen, que tienen color plomizo y son muy buscadas y de más elevado precio que las anteriores.

Lo mismo el nácar que las perlas están formados químicamente por carbonato cálcico y materia animal; en las perlas,

según Thomson, el carbonato cálcico está en la proporción de 66 por 100 y la materia orgánica en el de 34 por 100.

Tuvieron antes uso medicinal, destinándose en farmacia para la preparación de ciertos medicamentos, hoy desterrados del uso. En joyería tienen mucha importancia.

Mytilus L.—Valvas iguales; dos músculos aductores, uno central y otro anterior, constituído por un manojo de fibras musculares; ligamento lineal y externo; charnela sencilla; biso bien desarrollado. Es frecuente en las costas y rías del Cantábrico el *Mytilus edulis* L., conocido vulgarmente con el nombre de *mejillón;* en Cataluña se les denomina *musclos*, y son muy usados como alimento.

Sifónidos.—*Cardium* L.—Valvas iguales, con surcos radiantes y charnela constituída por un ligamento externo y cuatro dientes en cada valva, siendo los dos interiores oblicuos y los dos laterales separados; dos músculos aductores. Es común en los arenales del Cantábrico y del NO. el *Cardium elude* L., conocido en Galicia con el nombre vulgar de *berberechos;* son comestibles.

Venus L.—Valvas iguales, con charnela constituída por un corto ligamento externo y con tres o cuatro dientes; sifones desiguales y soldados en la base. Es frecuente en las playas de las rías de Galicia y en las del Cantábrico el *Venus (Tapes) decussata* L. y otras, conocidas con el nombre de *almejas,* muy usadas como materia alimenticia.

CLASE GASTROPODOS

Cabeza diferenciada y adornada frecuentemente por dos o cuatro tentáculos; concha univalva con una abertura a veces cerrada por un opérculo. Pie musculoso diferenciado, con forma variable. Los caracteres de la organización interna son por demás diversos, pero obedece al tipo general estudiado anteriormente.

La familia más importante es la de los Helícidos.

Familia helícidos.—Concha arrollada en espiral y siempre bien desarrollada. Cuatro tentáculos, como en las especies de la familia anterior; los dos superiores grandes, retráctiles, y llevan en su extremo libre los ojos; los tentáculos inferiores son más pequeños, a veces rudimentarios, pero siempre visibles.

Carecen de opérculo, pero cuando invernan tapan la aber-

tura de la concha con una tenue membrana, llamada *epifragma*, formada por un líquido, segregado por las glándulas que hay en el pie, que tiene la propiedad de solidificarse en presencia de los agentes atmosféricos; en los comienzos de la primavera se desprenden del epifragma para volver a la vida activa.

Andróginos y fitófagos. El género *Helix* L. es el más interesante de todos los del grupo.

Helix L.—Rádula compuesta de series transversales de dientes; canal deferente con vesículas; concha bien desarrollada, con abertura más ancha que larga y provista de un rodete interno o externo. Resulta un género complicadísimo; baste saber que en la actualidad se conocen más de 4.000 especies. Son comunes en nuestra fauna, entre otras, las siguientes:

Helix aspersa Müll.—Con fajas transversales parduscas y color verde amarillento; el animal siempre tiene gran cantidad de viscosidades, sobre todo cuando se le molesta. *Caracol sapenco.* Toda España.

Helix lactea Müll.—Color blanquecino, con algunas bandas negras a lo largo; boca negra. *Caracol moro.* Cataluña, Valencia.

Helix Alonensis Fer.—Superficie granulosa con estrías longitudinales y transversales y bandas negruzcas; boca blanca. *Caracol serrano.* Alicante, etc.

Helix gualtierana L.—Color de tierra, siendo además la concha muy áspera, deprimida y algo aquillada. *Caracol chapa.* Andalucía, Extremadura.

Helix candidissima Drap.—Concha redondeada y de un color blanco muy puro, rara vez con líneas pardas; el animal tiene color pardusco, hasta negro. *Caracol judío.* Andalucía, Extremadura, Valencia, etc.

Todas las especies indicadas, así como otras no tan frecuentes, tales el *H. nemoralis*, *H. pisana*, *H. pomatia* Cuv., se usan como comestible, pero no muy exquisito.

En la materia viscosa de los caracoles hay un principio sulfurado llamado *helicina*, al que parecen ser debidas las propiedades medicinales de estos seres. Despojados de la concha, con ellos se preparan sacaruros, caldos, etc., usados, por su acción pectoral, contra la bronquitis.

CLASE CEFALOPODOS

Pocas son, relativamente, las especies hoy vivientes, pues la inmensa mayoría de los Cefalópodos han desaparecido de la vida, encontrándose fósiles en diferentes clases de terrenos (*cretáceo, oolítico,* etc.).

La cabeza está bien diferenciada, rodeada de gruesos brazos formados por el pie; el manto tiene la forma de saco, y en su interior puede albergarse una concha rudimentaria (*Loligo* Lam., *Sepia* Lam.). Algunos carecen por completo de concha (*Octopus* Lam., etc.), o ésta puede estar bien desarrollada y al exterior (hembra del Argonauta, *Nautilus* L., etc.). Por lo general, en las especies fósiles la concha es grande (*Orthoceras* Breyn., etc.), conociéndose una, la correspondiente al género *Spirula* Lam., que es transitoria entre la concha interna y externa. Con mucha frecuencia la concha se arrolla en espiral sobre un plano (*Ammonites* Breyn., *Nautilus* L., etcétera, etc.), y es multilocular, pero cuyas cavidades comunican entre sí por un tubo membranoso formado por el manto, que recibe el nombre de *sifón;* en la concha se ve el agujero que hay en todos los tabiques, por donde marchaba el tubo.

La boca está provista de láminas córneas que forman una especie de pico, habiendo en algunas especies una trompa retráctil, formada por el esófago. Puesto en comunicación con el aparato digestivo está la *bolsa de la tinta,* cuyo conducto excretor desemboca próximo a la terminación del intestino; cuando se ven sorprendidos lanzan el líquido al exterior, enturbian el agua, pudiendo de tal modo escapar de sus enemigos; son, por lo tanto, órganos de defensa.

El aparato respiratorio es branquial, disponiéndose las branquias, que pueden existir en número de dos o cuatro, en el fondo del saco que forma el manto. El aparato circulatorio y el sistema nervioso están bien desarrollados.

En los Cefalópodos comienzan a verse indicios de neuroesqueleto, y, en efecto, rodeando al collar esofágico aparece una faja cartilaginosa, que a más de proteger la porción céntrica del sistema nervioso, presta apoyo a la inserción de los músculos.

Los órganos de los sentidos están bien desarrollados: hay dos ojos grandes que se disponen lateralmente en la cabeza, llegando a ser muy semejantes con los de los vertebrados.

Unisexuales, marcándose bien el dimorfismo, porque los machos tienen algunos de sus brazos modificados de tal modo

que pueden servir como órganos copuladores; estos brazos que llevan los espermatozoides se denominan *hectocolites;* se desprenden del macho y nadan mediante contracciones, hasta encontrar la hembra, verificándose luego la copulación. El hectocolites o brazo sexual desprendido del macho fué considerado por Cuvier como un gusano parásito *(Hectocotyle)*. Viven en los mares.

Comprende dos órdenes:

Tentáculos con ventosas. Dos branquias.....	*Dibranquios.*
Tentáculos sin ventosas. Cuatro branquias.....	*Tetrabranquios.*

Dibranquios.—Las principales familias son las siguientes:

Diez brazos, de los cuales dos están muy desarrollados.....		Concha interna penniforme; cuerpo terminado posteriormente por una aleta.....	*Loligónidos.*
		Concha interna, oval y calcárea; con una aleta que recorre las dos partes laterales del cuerpo.....	*Sépidos*
Ocho brazos casi siempre iguales.....	Ventosas sentadas.	Por lo menos dos filas de ventosas en cada brazo.....	*Octópodos.*
		Una fila de ventosas en cada brazo.....	*Eledónidos*
	Ventosas pedunculadas; hembras con concha externa.....		*Argonáutidos.*

Loligónidos.—La especie más interesante es el *Loligo vulgaris* Lam., vulgarmente *calamar*, muy usado como materia alimenticia; la concha es interna, transparente y de consistencia cartilaginosa; frecuente en todos nuestros mares.

Sépidos.—Corresponde a esta familia la *Sepia officinalis* L., o *jibia;* la concha es interna, oval y gruesa, con un arremangamiento marginal que se acentúa más en la parte estrechada de la concha; la concha está formada por la superposición de láminas calcáreas, pero separadas unas de las otras por pequeñas pirámides que se interponen entre ellas, dando al conjunto una disposición estratificada muy característica.

Los brazos son en número de diez, de los cuales dos adquieren gran desarrollo, y sólo tienen ventosas en el extremo superior, que siempre está algo ensanchado; los ocho brazos restantes son más pequeños, iguales, de contorno triangular,

estrechados en el extremo libre y con ventosas en toda su extensión.

La aleta o repliegue membranoso recorre las partes laterales del cuerpo. Es frecuente en nuestros mares, empleándose, al igual que la especie anterior, como materia alimenticia, aunque no muy estimada.

La *concha de jibia* o *hueso de jibia* gozó de fama medicinal en la antigüedad, usándose como absorbente, estando hoy desterrada del uso.

Se emplea la concha de jibia para limpiar los metales y en la cría de canarios.

Octópodos.—Es frecuente en las costas pedregosas de nuestros mares el *Octopus vulgaris* Lam., conocido con el nombre vulgar de *pulpo;* aunque su carne es muy coriácea, constituye un alimento muy usado por las gentes pobres de los pueblos del litoral.

Eledónidos.—Es tipo de la familia el género *Eledone* Leac., y la especie *E. moschata* Lam., llamada *pulpo almizclado* por su olor; es común en el Mediterráneo.

Argonáutidos.—El *Argonauta argo* L., del Mediterráneo, llamado *argonauta*, es un curioso caso de dimorfismo sexual; el macho carece de concha y tiene un brazo muy desarrollado, que es precisamente el que lleva los órganos sexuales masculinos *(hectocolites);* la hembra tiene una concha externa, unilocular y de forma caprichosa, siendo curioso que la hembra no está adherida a ella, por cuya razón, y por lo dicho anteriormente, la concha se considera como aparato incubador.

Los brazos de la hembra del argonauta son heteromorfos; seis normales y dispuestos tres por cada banda, que funcionan como remos, y los dos restantes se ensanchan en la parte terminal, constituyendo especies de velas; lo mismo unos que otros están recorridos por líneas de ventosas. Esta curiosa disposición ha dado lugar a fábulas e historietas poéticas, célebres en la antigüedad.

TIPO VERTEBRADOS

Metazoos con simetría bilateral; sistema nervioso central, cefalorraquídeo, colocado en la cara dorsal del cuerpo y protegido por un endoesqueleto Sangre roja con hematíes.

El cuerpo de los vertebrados se divide en tres partes: cabeza, tronco y extremidades. La cabeza es asiento de los órganos sensoriales y se halla separada del tronco por el cuello, que falta éste en los Peces. El tronco lo forma el tórax y abdomen, separados o no interiormente por el diafragma. Las extremidades pueden faltar (ápodos); cuando existen pueden servir para volar, nadar, correr, saltar, etc., tomando aspectos muy diversos. La cola está colocada inmediatamente después del tronco; puede faltar o estar bien desarrollada.

Las formaciones esqueléticas externas son por extremo variables: en unos el tegumento es liso y desnudo (Anfibios); en otros es escamoso (Peces, Dipnoos, Reptiles); unas veces el cuerpo está cubierto de plumas (Aves), y otras el tegumento está cubierto por pelos (Mamíferos).

El aparato digestivo está siempre bien desarrollado y tiene dos aberturas: una anterior *(boca)* y otra posterior *(ano)*, cuyas situaciones ya hemos indicado. En unos el tubo digestivo es largo, apelotonándose en la cavidad abdominal *(vertebrados fitófagos)*, o, por el contrario, es corto *(vertebrados zoófagos)*. La boca está compuesta por dos mandíbulas que se mueven en sentido vertical y nunca horizontalmente; con frecuencia, sobre las mandíbulas se disponen los dientes, colocados éstos, unas veces sobre alvéolos, otras se sueldan con los huesos, y también simplemente adheridos a la mucosa. En la boca existe la *lengua*, que puede faltar (Peces, etc.), siendo de consistencia carnosa (Mamíferos) o cartilaginosa (muchas Aves, etc.), y cuya misión es, principalmente, facilitar la deglución de las materias alimenticias, aunque en la inmensa mayoría de los Mamíferos y algunas Aves es asiento del gusto. Sigue a la boca la faringe; luego el tubo esofágico, que va a parar al estómago; del estómago parte el intestino, que desemboca en el ano. Sin embargo de lo dicho, la diferenciación del aparato digestivo es diversa, y ya la iremos

estudiando en los diferentes grupos de vertebrados. Como glándulas dependientes del aparato digestivo existen las salivares, los folículos gástricos del estómago, hígado, páncreas y otras de menor interés.

El aparato respiratorio es pulmonar o branquial, nunca traqueal; las branquias pueden ser internas o externas, y se disponen a los dos lados del cuerpo, por detrás de la cabeza; los pulmones se alojan en la cavidad torácica y se ponen en comunicación con la boca por intermedio de la tráquea. La respiración es branquial en los Peces; branquial y pulmonar en los Dipnoos; branquial en la primera edad y en la adulta pulmonar, en la mayoría de los Anfibios; por último, en los Reptiles, Aves y Mamíferos es constantemente pulmonar; en las Aves el aparato respiratorio llega a tener tal complicación, que las ramificaciones bronquiales atraviesan el parénquima de los pulmones y llegan hasta la base de las plumas.

El aparato circulatorio está bien diferenciado: hay corazón, arterias y venas. El corazón es siempre musculoso y contráctil y puede constar de una aurícula y un ventrículo (Peces); dos aurículas y un ventrículo (Dipnoos, Anfibios adultos, casi todos los Reptiles), y dos aurículas y dos ventrículos (Emidosaurios, Aves y Mamíferos). En ciertos vertebrados, cuyo corazón carece de cuatro cavidades (Anfibios, Reptiles, etcétera), la sangre arterial se mezcla con la venosa, no pasando así cuando, como en las Aves, etc., hay dos aurículas y dos ventrículos. Sin embargo, en los Emidosaurios, teniendo el corazón cuatro cavidades, la sangre arterial y venosa se mezclan, no en el corazón, sino fuera de él, debido a que existe un vaso que va desde la aorta a las venas pulmonares *(arteria transversa)*. La sangre es roja, debido a la presencia de hematíes, que son verdaderas células, unas veces elípticas y otras circulares, con núcleo o sin él; es caliente la sangre en los Mamíferos y Aves; fría en los demás, o, por lo menos, de temperatura variable.

El aparato excretor es constante en los vertebrados, siendo, no obstante, muy diverso, según en los animales que se considere: en un principio, en las larvas, aparece la forma de *nefridios*, de *órganos segmentarios*, con los nefrostomas bien manifiestos; estos órganos segmentarios pueden persistir en el animal aldulto (Peces, Anfibios); pero en los vertebrados superiores (Mamíferos, Aves, etc.) son sustituídos por los metanefros o riñones, cuyo líquido segregado, orina, sale al exterior por los conductos conocidos con el nombre de *uréteres;* en la mayoría de los Mamíferos esos conductos des-

embocan en la *vejiga de la orina*, y de allí sale al exterior por la *uretra*.

El sistema nervioso es cefalorraquídeo; consta en su parte más esencial de una masa encefálica anterior, colocada, como ya indica el nombre, en la cabeza; de la masa cefálica, cuya diferenciación es distinta, parte la medula espinal, que va por la parte dorsal del cuerpo; de la masa cefálica parten nervios, que en los vertebrados superiores son en número de 12 pares, y reciben el nombre genérico de *nervios encefálicos* o *craneales;* los nervios que arrancan de la medula espinal son los *raquídeos* Hay también sistema nervioso de la vida vegetativa, llamado también *gran simpático*, el cual es ganglionar; emite ramificaciones nerviosas al corazón y otros órganos independientes de la voluntad.

En todos los vertebrados hay un endoesqueleto más o menos calcificado; dicho endoesqueleto o esqueleto interno es de origen endodérmico y comienza por ser un *notocordio;* es decir, un eje longitudinal que separa la cavidad visceral de la ventral. Envolviendo al notocordio y a la medula espinal, se dispone luego una capa fibrosa; más tarde aparecen sobre la envoltura citada, o *columna vertebral membranosa*, elementos seriados cartilaginosos, formando la *columna cartilaginosa;* sobre las vértebras cartilagíneas se depositan, entre otras cosas, compuestos cálcicos, endureciéndolas, osificándolas, para constituir la *columna vertebral*, que encierra naturalmente a la masa encefálica y medula espinal. La presencia de la columna vertebral y su metamerización en *vértebras* es lo que da nombre al tipo vertebrados. El estudio del esqueleto, caracterizando los distintos huesos, lo mismo craneales que del tronco y de las extremidades, es de suma importancia, pero no cabe su estudio dentro de los límites del presente libro; sí indicaremos en lugar oportuno los rasgos más salientes del esqueleto tipo de las diferentes clases de vertebrados.

Los órganos de los sentidos alcanzan gran desarrollo y perfeccionamiento; ahora bien, el grado de diferenciación, como es fácil suponer, es distinto, según en los vertebrados que se consideren. El tacto reside en todos los sitios donde el tegumento externo no está muy recargado de formaciones exoesqueléticas, siendo más fino en las partes donde el tegumento es liso. Hay *fosas nasales*, donde reside el olfato. El gusto reside en la boca, y de ella en la lengua y demás partes blandas. El oído, colocado en la parte posterosuperior o media de la cabeza, y en número de un par, está bien desarrollado en los Mamíferos, en cuyo aparato se distingue el oído

interno, medio o caja timpánica, y externo; en los vertebrados inferiores queda muy simplificado. Los ojos aparecen en número de dos, colocados en la parte anterosuperior de la cabeza; hay vertebrados ciegos *(Proteus anguinus*, etc.); pero en la inmensa mayoría de ellos los ojos están bien desarrollados y son móviles dentro de las órbitas; los ojos de los peces son sencillos, relativamente, y son inmóviles o poco movibles. En algunos Saurios hay un tercer ojo *(ojo pineal)*, situado en la parte superior central de la cabeza; pero ese ojo es, cuando existe, muy rudimentario; ese ojo impar está representado en el cerebro intermedio por la *glándula pineal*.

Reproducción constantemente sexual; casi todos son unisexuales, y sólo algunos peces *(Serranus*, etc.) muestran el hermafroditismo.

Unos son ovíparos (Peces, Aves, etc.) y otros vivíparos (Mamíferos); la segmentación del vitelo es total e igual (Mamíferos); parcial y discoidal (Aves, Reptiles, etc.), o desigual (Anfibios, Ciclóstomos).

Por lo general, todos los vertebrados, al salir del huevo, tienen la forma definitiva, la que han de poseer en el estado adulto.

Los vertebrados se dividen en los siguientes grupos:

Respiración branquial, por lo menos en las fases larvarias. Organos segmentarios permanentes, o sean riñones primitivos. Sin amnios ni alantoides y sin cuerpo calloso en el cerebro. Notocordio persistente o con columna vertebral cartilaginosa, a veces osificada ..... *Ictiópsidos.*

Respiración pulmonar; pero sin que los bronquios se ramifiquen dicotómicamente. Riñones definitivos. Con amnios y alantoides. Columna vertebral con vértebras osificadas. Sin mamas..... *Saurópsidos.*

Respiración pulmonar. Riñones definitivos. Con amnios, alantoides y hembras con mamas. Toda la columna vertebral osificada. Corazón con cuatro cavidades; circulación doble y completa; sangre caliente con hematíes que carecen de núcleo. Vivíparos..... *Mamíferos.*

SUBTIPO ICTIOPSIDOS

Comprenden tres clases:

Respiración solamente branquial; corazón con una aurícula y un ventrículo; tegumento escamoso..... *Peces.*

Respiración branquial y pulmonar a la vez; corazón con dos aurículas y un ventrículo; tegumento escamoso.. *Dipnoos.*
Respiración branquial en la primera edad, pulmonar en la adulta; corazón con dos aurículas y un ventrículo; tegumento liso ..... *Anfibios.*

CLASE PECES

Respiración branquial durante toda la vida; corazón con una aurícula y un ventrículo, siendo la circulación sencilla; sin amnios ni alantoides; tegumento escamoso; animales acuáticos.

El cuerpo es, por lo general, elíptico, comprimido lateralmente, careciendo de estrechamiento o *cuello* entre la cabeza y el tronco; las extremidades ensanchadas en aletas; es decir, que la conformación del cuerpo ya indica que estos animales están destinados a vivir en el agua; la organización interna, como luego veremos, secunda y confirma lo dicho.

El tegumento externo está protegido por escamas o escudetes óseos; las escamas, que se disponen de una manera inbricada, tienen su asiento en la dermis, y, por lo mismo, están protegidas por capa epidérmica, pudiendo ser aquéllas pestañosas o dentadas en el borde *(escamas tenoideas)*, o, por el contrario, con el borde liso *(escamas cicloideas)*. Las formaciones exoesqueléticas pueden adquirir gran desarrollo, constituyendo placas o escudetes óseos; en los Selacios hay pequeños tubérculos fijos a placas que están esparcidas por la piel; los escudetes llegan a veces a formar una coraza resistente, como en los Ganoideos placodermos. Se denomina *fulcros* a unos escudetes óseos que se disponen sobre el borde superior de las aletas (Ganoidos).

Sin embargo de lo dicho, hay peces que tienen la piel lisa (Ciclóstomos).

La mayoría de los peces tienen un par de extremidades torácicas y otro par abdominales, que se conocen, respectivamente, con los nombres de *aletas torácicas* y *aletas abdominales*, porque, en efecto, están ensanchadas a modo de aletas dispuestas para la natación; pueden, no obstante, faltar las aletas torácicas y abdominales (Ciclóstomos).

Por lo general, las aletas torácicas y abdominales están colocadas en sus sitios, o sea en el tórax y abdomen (Acantopterigios, Malacopterigios abdominales, etc.); pero a veces, las abdominales se corren hacia la parte anterior, colocándose cerca de las torácicas (Malacopterigios subbranquiales),

pudiendo faltar las aletas abdominales (Fisóstomos ápodos o Malacopterigios ápodos).

Las extremidades mencionadas constituyen las aletas pares, o, mejor dicho, las que se disponen simétricamente a los dos lados del cuerpo; hay otras aletas impares colocadas en la línea media. Es casi constante en los peces la *aleta caudal*, dispuesta verticalmente en el extremo posterior del cuerpo; la aleta caudal es *homocerca* o *heterocerca;* se llama *homocerca* cuando rodea por igual el extremo posterior del cuerpo, y es *heterocerca* cuando, por el contrario, no es simétrica, puesto que está mucho más desarrollada en la parte posteroinferior, dependiendo esto de que la columna vertebral no termina en el punto de inserción de la aleta, sino que continúa por el lóbulo superior de ésta, dándola aspecto irregular; es homocerca en los peces superiores (Acantopterigios, Gádidos, etcétera, etc.), y es heterocerca, por lo general, en los inferiores (Tiburones, Esturión, etc., etc.). Otras aletas, y en número variable, se colocan en la línea media del cuerpo, como son las que se implantan en el dorso *(aletas dorsales)* y las colocadas en la parte ventral, por detrás del ano *(aletas anales)*.

El aparato digestivo resulta, por lo general, no muy complicado; la boca, colocada en la parte anterior de la cabeza, está provista de dientes, a veces en considerable número, los cuales se disponen sobre la mucosa o se sueldan con los huesos; la forma es variable, pero es lo general sean cónicos y estén dirigidos hacia atrás, dispuestos para retener la presa; cambian éstos, sin embargo, según el régimen alimenticio. La lengua tiene poco desarrollo, excepción hecha de los Ciclóstomos. El resto del tubo digestivo alcanza diversos grados de diferenciación, pues mientras en unos no se hace patente el estómago, en otros es sacciforme; el intestino, más o menos largo, según sean zoófagos o fitófagos, va a desembocar en el tercio posterior del cuerpo, por delante de la aleta anal. Tienen muchos peces un reborde longitudinal y saliente en el intestino, llamado *válvula espiral*, que está destinado a aumentar la superficie de absorción. El hígado es voluminoso.

El corazón consta de dos cavidades, una aurícula y un ventrículo, siendo por lo mismo venoso, el cual está colocado detrás de la cabeza; la sangre es roja, y los hematíes son, en general, elípticos y están provistos de núcleo. Circulación sencilla y completa.

El aparato respiratorio es branquial, lo mismo en las formas jóvenes que en las adultas; las branquias tienen la forma de laminillas y se disponen en hileras sobre unos arcos óseos

llamados *arcos branquiales;* las cavidades branquiales, en número diverso, comunican con la boca y con el exterior por las hendiduras branquiales, protegidas en los peces superiores por huesos planos que componen el aparato opercular.

En la mayoría de los peces hay un órgano especial que recibe el nombre de *vejiga natatoria;* el mencionado órgano es un divertículo del intestino anterior, tanto que en muchos comunica con el esófago. El origen es igual al de los pulmones, a los cuales representa, sin duda alguna, solamente que no contribuye a la función respiratoria. La forma de la vejiga natatoria es diversa, casi siempre cilindrácea, y con frecuencia con una estrangulación o apretada cintura que la divide en dos cámaras comunicantes. Está destinada dicha vejiga a hacer subir o bajar al animal en el agua, según la mayor o menor cantidad de gases que en ella introduzca.

El aparato excretor está formado por los riñones, siendo los primitivos persistentes en los Teleósteos; se extienden a modo de cinta a cado lado del cuerpo; los uréteres se reúnen muchas veces y forman la vejiga de la orina; unas veces el conducto excretor se reúne al de los órganos genitales, pero otras conserva independencia y va a desembocar por detrás del orificio genital.

El sistema nervioso, relativamente, es sencillo, pues el encéfalo aun no adquiere gran diferenciación, sin embargo de poderse distinguir en él los hemisferios cerebrales y tubérculos bigéminos, y hasta el cerebelo y lóbulos ópticos; en los peces inferiores el encéfalo es sencillísimo. La medula espinal se extiende a lo largo del cuerpo; casi siempre es voluminosa y sencilla, o sea que no tiene la forma de cola de caballo.

El endoesqueleto de los peces no es posible someterlo a un tipo general; es distinto, según en las especies que se considere: en muchos es cartilaginoso, persistiendo aún el notocordio; en otros, la materia cartilaginosa se calcifica y endurece, formando el esqueleto óseo. Las vértebras, que en los peces inferiores están solamente indicadas, en los de esqueleto óseo están bien desenvueltas, tienen figura bicóncava y están unidas entre sí, contribuyendo a mantenerlas en tal estado la cuerda dorsal primitiva, que rara vez desaparece en estos animales; en los *Lepidosteus* desaparece la cuerda dorsal, y entonces las vértebras se articulan de modo parecido a como lo hacen en los vertebrados superiores. Las aletas están mantenidas por los *radios*, los cuales pueden articularse con el esqueleto, o, por el contrario, quedar libre de él y estar sostenidas por los músculos. Los huesos de la cabeza, cuando el esqueleto es duro, son en crecido número, y desde luego

interesantes para diferenciar muchas especies; los que mayor importancia tienen bajo aquel concepto son los que constituyen el aparato opercular de la cavidad branquial; éstos son en número de cuatro, denominados *preopérculo*, *interopérculo*, *subopérculo* y *opérculo*, a partir de adelante atrás. En los peces de esqueleto cartilaginoso las piezas de la caja craneal no están diferenciadas.

Los órganos de los sentidos adquieren poco desarrollo comparados con los que presentan los demás vertebrados; los ojos tienen el cristalino esférico y la córnea plana, siendo inmóviles o poco movibles; el oído está reducido al laberinto, aunque en algunos aparece más complicado, debido a la presencia de una cadena de huesecitos que relaciona el oído con la vejiga natatoria. A los lados del cuerpo de los peces hay las denominadas *líneas laterales*, asiento de sensibilidad aún no determinada.

Los peces son unisexuales, excepción hecha de algunas especies que, como las del género *Serranus* Cuv., son hermafroditas. Ovíparos, rara vez vivíparos (algunos Selacios). No hay cópula, fecundándose los huevos después de haber sido expulsados por la hembra.

Casi todos los peces son zoófagos, muy voraces; algunos son fitófagos, aunque en escaso número.

Se dividen en cuatro subclases:

Sin aletas pares; notocordio persistente.....			*Ciclóstomos.*
Con aletas pares...	Aparato opercular rudimentario o nulo. Esqueleto cartilaginoso, por lo menos en parte.	Sin vejiga natatoria; varias aberturas branquiales a los lados y por detrás de la cabeza.....	*Selacios.*
		Con vejiga natatoria; una sola abertura branquial a cada lado y por detrás de la cabeza.....	*Ganoidos.*
	Aparato opercular bien desarrollado; una sola abertura branquial a cada lado; esqueleto óseo.....		*Teleósteos.*

Subclase Selacios

Conocidos también con el nombre de *Condropterigios*. Branquias adherentes por sus bordes, situados, frecuentemente, en cinco pares de cavidades branquiales, y éstas desprovistas de aparato opercular; por excepción en las especies del

género *Chimæra* L. sólo hay una cavidad branquial a cada lado. La boca está armada con frecuencia de robustos dientes adheridos a la mucosa, o por placas enlazadas que forman una especie de pavimento. Carecen de vejiga natatoria. Intestino con válvula espiral. Notocordio persistente sin vértebras *(Holocéfalos)*, aunque con delgaditos anillos osificados que las representan, o, por el contrario, puede haber verdaderos cuerpos vertebrales *(Plagiostomas)*.

Las aletas pares están bien desarrolladas y el tegumento externo es áspero, debido a la presencia de numerosos tubérculos duros que sobre él se implantan. Por excepción, en estos peces hay cópula, verificándose, por lo mismo, la fecundación del óvulo en el interior de la hembra.

Son peces robustos que alcanzan gran tamaño, algunos de ellos temibles cuando se ven atacados por el hombre.

Cuerpo alargado, comprimido lateralmente; aberturas branquiales a los lados del cuerpo; boca con grandes dientes triangulares adheridos a la mucosa; aletas torácicas de magnitud ordinaria. Animales robustos y voraces..... *Escuálidos.*

Cuerpo deprimido y algún tanto redondeado, debido principalmente al gran desarrollo que adquieren las aletas torácicas, las que se enlazan con el cráneo por medio de la cintura escapular; sin aleta anal; aberturas branquiales situadas en la cara inferior del cuerpo..... *Ráyidos*

FAMILIA RÁYIDOS

Raja Arted.—Cuerpo redondeado anteriormente, o romboidal discoideo; aletas torácicas extendidas desde el hocico a la base de las aletas abdominales; dos aletas dorsales. Son especies notables la *Raja batis* L. y *Raja clavata* L., conocidas con el nombre vulgar de *rayas*.

Trygon Adans.—Aletas torácicas reunidas por delante de la cabeza; cola muy larga, en forma de látigo y desprovista de aleta; a cada lado de la cola hay una larga espina aserrada en los bordes. Es interesante el *Trygon pastinaca* L.

A este mismo grupo corresponden las especies del género *Torpedo* Dum., provistas de un aparato eléctrico.

Las tres especies anteriormente citadas, o sean *Raja batis* L., *R. clavata* L. y *Trygon pastinaca* L., tienen el hígado muy voluminoso y contiene gran cantidad de aceite, conocido con el nombre de *aceite de hígado de raya*.

Aceite de hígado de raya.—El procedimiento de obten-

ción es el mismo que se emplea para la extracción del aceite de hígado de bacalao, y, por consiguiente, ya lo indicaremos cuando tratemos de este material.

Sea cualquiera el procedimiento de obtención de los usados en la industria, el aceite de raya es muy flúido, de un sabor especial, ni amargo ni ácido, y un olor nada desagradable, parecido al que presenta el animal cuando fresco. El color es siempre claro, nunca negro, amarillo ambarino cuando fué obtenido en el baño de maría, amarillo áureo cuando lo fué por presión y ebullición en el agua. Es bien sabido que el color amarillo del aceite es debido a la presencia de las materias colorantes de la bilis, pues, según Odin, cuando los hígados fueron previamente despojados de la vesícula biliar, y limpios los grandes conductos biliares por inyecciones de agua, se llega a obtener un aceite incoloro o ligeramente verdoso.

Según Girardin y Preissier, la densidad del aceite es 0,928; nosotros hemos hecho varias determinaciones con legítimos aceites de raya obtenidos en Galicia y hemos encontrado una densidad de 0,914 y 0,897 para las dos muestras ensayadas. Casi insoluble en el alcohol, muy soluble en el éter etílico. Sometido el aceite a la acción del ácido sulfúrico (1 c. c. de ácido por 10 c. c. de aceite), y agitada la mezcla se observan sucesivamente los colores rojo, rojo violáceo, violáceo, violáceo obscuro y, por último, pardo.

Como materia grasa líquida que es el aceite de hígado de raya, contiene éteres de la glicerina, principalmente oleína y margarina, o éteres glicero-oleico y glicero-margárico; también se encuentra en proporción relativamente notable el éter glicerovaleriánico. Contiene fósforo en pequeña cantidad, y parece ser, según Personne, que ese fósforo, al estado de fosfato cálcico, no es debido al aceite, sino al parénquima hepático que aquél pueda aún tener en suspensión. Según Odin, el iodo está en la proporción de 4 mg. por 1.000 g. de aceite.

Tiene los mismos usos que el aceite de hígado de bacalao y, según ciertos autores, es preferible a éste, por llenar los mismos fines y no tener ni sabor ni olor tan repugnantes como el de bacalao.

SUBCLASE GANOIDOS

Las branquias son libres por el borde externo, y están contenidas dentro de la cavidad branquial que hay a cada lado del cuerpo, no habiendo, por lo mismo, más que un

orificio branquial por banda; el aparato opercular es rudimentario.

Intestino con válvula espiral bien desarrollada. Vejiga natatoria grande y comunicante con el esófago. En algunos persiste el notocordio, así como el esqueleto puede ser cartilaginoso u óseo.

Son, por lo general, peces de gran tamaño, muchos de ellos fósiles, con el tegumento provisto de escamas empizarradas o hileras de escudetes óseos. Algunos escudetes se disponen sobre el radio anterior de las aletas, principalmente de las torácicas y caudal; estos escudetes reciben el nombre de *fulcros* y son característicos de los Ganoidos. La inmensa mayoría de estos peces son *heterocercos.*

El género *Acipenser* (Condrosteos) es el más interesante y el que estudiaremos por su importancia farmacéutica.

Acipenser L.—Esqueleto cartilaginoso; notocordio persistente. Heterocercos. Escudetes óseos dispuestos en hileras que llegan hasta la cola, siendo el tegumento áspero y granuloso. La cabeza se prolonga a modo de hocico, y en la base de él es donde se encuentra la boca, que está desprovista o casi desprovista de dientes.

Especies que habitan en los mares; pero en ciertas épocas del año suben por los grandes ríos, verificando allí la puesta de los huevos.

Acipenser Sturio L.—Llamado *esturión común.* Alcanza una longitud de 1 a 2 metros, a veces hasta 6. Tiene cinco filas de escudetes óseos, cuatro laterales que llegan hasta la cola, y una superior que termina al nivel de la aleta dorsal. Una aleta dorsal colocada encima de la aleta anal. En la mitad anterior del hocico, y por la cara inferior, existen cuatro apéndices vermiformes que parecen estar destinados a engañar a los pequeños peces que sirven de alimento al esturión. El color general del cuerpo es gris ceniciento con manchas obscuras.

Se encuentra en el Mediterráneo, Atlántico, etc., habiéndosele pescado, y aun lo hacen en la actualidad, en el Guadalquivir, Ebro, Tajo y otros ríos de España.

Acipenser huso L.—*Gran esturión.* Alcanza a veces una longitud de 8 metros. Presenta, como la especie anterior, cinco filas de escudetes óseos, que suelen desaparecer en los ejemplares viejos. El color es negruzco por la cara dorsal, y gris o amarillento por la ventral. No existen apéndices vermiformes en el hocico. Algunas veces se le ha pescado en nuestras costas y en las portuguesas; pero donde se encuentra en mayor cantidad es en los mares Negro y Caspio.

Acipenser ruthenus L.—Es el *esturión pequeño*, pues su longitud es de medio a un metro. Carece de apéndices vermiformes en el hocico. Los escudetes de las filas lateroventrales son planos, y aquillados los de las laterales. El color es negro por el dorso, y blanquecino por el vientre. Se encuentra en el Mediterráneo, Caspio, etc.

Las tres especies estudiadas son las más importantes; sus carnes son estimadas como alimento; con los huevos preparan en el N. de Europa el *caviar*, usado como alimento por los rusos; finalmente, la vejiga natatoria sirve para la preparación de la *ictiocola* o *cola de pescado.*

Ictiocola.—Es la vejiga natatoria de los esturiones, principalmente del *Acipenser huso* y *A. Sturio*, convenientemente preparada.

La vejiga natatoria es alargada, cilindrácea y unilocular; es decir, que no presenta la cintura o estrangulación que indicábamos al estudiar las generalidades de los peces. Está constituída esencialmente de una capa epitelial interna con células provistas de cirros vibrátiles y de una envoltura doble conjuntiva externa bastante gruesa; la envoltura conjuntiva, desprovista del epitelio y de la capa externa, constituye la *cola de pescado* o *ictiocola.*

Preparación.—Extraída la vejiga natatoria del animal, se divide en trozos laminares que luego se raspan interior y exteriormente con objeto de quitar el epitelio y la capa externa, que es negruzca; luego se lava bien en el agua con objeto de que se desprenda de toda la sangre y quede bien limpia. Los trozos de vejiga natatoria así preparados se desecan espontáneamente, o bien antes se termina de descolorarlos por la acción del anhídrido sulfuroso. La forma que dan a los trozos de vejiga natatoria ya preparados, como hemos dicho, es propia de las diferentes suertes comerciales que se conocen.

Caracteres generales de la ictiocola.—Forma variable, color blanco amarillento; consistencia y aspecto apergaminados; ligera, transparente o trasluciente; sin olor marcado y sabor soso. Insoluble en el agua fría; soluble en la caliente después de actuar el disolvente bastante tiempo, y deja un residuo insoluble que no debe subir del 2 por 100. La disolución acuosa, por enfriamiento, se transforma, si la cantidad de ictiocola fué suficiente, en *jalea*, substancia trémula, blanda y transparente, o sea la *gelatina.*

Para poder considerar una ictiocola de buena calidad, es necesario que un gramo de ella produzca jalea en 30 gramos de agua.

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

Formas comerciales.—La ictiocola procedente del *Acipenser huso* es mejor que la del *A. Sturio*, por la razón de producir más cantidad de gelatina y de mejores condiciones. En el comercio, sin embargo, sólo distinguen estas ictiocolas por un carácter empírico, y eso tratándose de la ictiocola en libro; los del primero forman paquetes de 10 a 15 hojas, mientras que los hechos con ictiocola del *A. Sturio* lo están por 25 hojas.

Las formas comerciales más comunes en el mercado europeo son las siguientes:

1.ª *Ictiocola en libro.*—Láminas de ictiocola superpuestas en cantidad de 10, 15 ó 25, y sujetas con un palo que las atraviesa. Con frecuencia esta ictiocola está formada con la piel, intestinos y vejiga natatoria del *A. Sturio.*

2.ª *Ictiocola en lámina.*—Placas de forma y magnitud variables, y libres las unas de las otras.

3.ª *Ictiocola en lira (pequeño cordón).*—Pequeñas láminas de ictiocola arrolladas sobre sí mismas formando un cilindro, y éste, a su vez, doblado en forma de lira, con los extremos hacia fuera.

4.ª *Ictiocola en corazón (grueso cordón).*—El cilindro hecho como en el caso anterior, solamente que resulta más grueso, y luego doblado en forma de corazón, con los extremos hacia dentro.

5.ª *Ictiocola inglesa (filamentosa).*—Son fibras de ictiocola, blanca, transparente y convertible en jalea sin dejar residuo.

A más de las suertes comerciales indicadas se conocen otras, como son las siguientes:

Ictiocola de Cayena (Ictiocola de Machorán), fabricada con la vejiga natatoria del *Silurus Parkerii* (Fisóstomos abdominales).

Ictiocola de la India, preparada con la vejiga natatoria de varios peces, especialmente del *Belone megalostigma* (Malacopterigios subbranquiales) y de los géneros *Polynemus* (*P. Indicus*, etc.), *Silurus*, etc.

Falsificaciones.—Una falsificación frecuente es la substitución de la ictiocola verdadera por la preparada con la vejiga natatoria del bacalao (*Gadus morrhaa* L.); esta falsa ictiocola produce grumos en el agua, lo que no hace la legítima cola de pescado.

Otra falsificación es mezclarla con membranas de intestinos de mamíferos, preparadas de tal manera que por su aspecto se parecen lo más posible a la legítima ictiocola; se distinguen por el color, sabor y, sobre todo, porque calentada

en el agua no se disuelve, y por enfriamiento no produce jalea.

La falsificación con *grenetina* que indican los libros no debe tomarse como verdadera falsificación, sino como substitución racional y sin idea de fraude; no es posible confundir la ictiocola con la grenetina; la *grenetina* es una gelatina muy pura que se presenta en láminas delgadas, transparentes, incolora, muy brillante y con impresiones de la alambrera donde se verificó la desecación. Completamente soluble en el agua caliente, y por enfriamiento forma jalea; ésta se produce en la proporción, con el agua, de 1 por 200. Tal falsificación no puede admitirse; lo que pasa en el pequeño comercio es que confunden con un nombre las dos substancias, y llaman *cola de pescado* a lo que es grenetina.

Usos.—Hoy la ictiocola está casi completamente sustituída en la industria por la grenetina; se emplea para la preparación de jaleas y gelatinas alimenticias y medicinales; para la confección de cápsulas donde se introducen líquidos medicinales de difícil administración directa; para la preparación del esparadrapo de ictiocola *(tafetán inglés)*, tan usado en la curación de heridas, y, por último, tiene algún uso para clarificar ciertos líquidos y para la preparación de la *cola de boca* empleada en las artes.

SUBCLASE TELEOSTEOS

Esqueleto óseo, con la columna vertebral formada por cuerpos vertebrales anficélicos; es decir, con las vértebras provistas de dos cavidades cónicas opuestas e inversas y separadas éstas por una cintura o cuerpo vertebral.

Las branquias son libres, y existe a cada lado del cuerpo una cavidad branquial que comunica directamente al exterior por una hendidura protegida por el aparato opercular bien desenvuelto.

Intestino sin válvula espiral. No existe cópula, verificándose la fecundación al exterior. Ovíparos. Suele haber metamorfosis; las larvas son heterocercas, haciéndose homocerca la aleta caudal en la edad adulta.

A este grupo, que es el más numeroso, corresponden las especies más vulgares; tienen, por lo general, el cuerpo elíptico, comprimido lateralmente y protegido por escamas empizarradas.

Se divide en cinco órdenes:

- Branquias en forma de penachos o borlas..... *Lofobranquios.*
- Branquias pectiniformes.
  - Mandíbula superior inmóvil..... *Plectognatos.*
  - Mandíbula superior móvil.....
    - Radios de las aletas articulados, siendo a veces el primero de una sola pieza...
      - Sin aletas abdominales o con ellas colocadas en la parte abdominal. Vejiga natatoria provista de conducto aéreo... *Fisóstomos.*
      - Aletas abdominales colocadas inmediatamente detrás y por debajo de las torácicas; vejiga natatoria sin conducto aéreo. *Malacopterigios subbranquiales.*
    - Primeros radios de la aleta dorsal sin articulación, en forma de espina..... *Acantopterigios.*

MALACOPTERIGIOS SUBBRANQUIALES

Conocidos también con el nombre de *Anacantos*. La vejiga natatoria de estos peces no comunica con el esófago; es más: en ciertas especies *(Pleuronectideos)* no existe el mencionado aparato pneumático. Las aletas abdominales existen, pero están situadas en la parte anterior, inmediatamente detrás y por debajo de las aletas torácicas. Especies marinas.

Aparte de lo indicado, el aspecto exterior de tales peces es muy semejante al que presentan los del orden anterior.

Comprende tres familias:

- Cuerpo insimétrico; los ojos a un solo lado de la cabeza; sin vejiga natatoria..... *Pleuronectideos.*
- Cuerpo simétrico..
  - Escamas cicloideas, y una fila, a cada lado del cuerpo, de escamas aquilladas..... *Belónidos.*
  - Piel viscosa y escamas cicloideas; aletas ventrales puntiagudas..... *Gádidos.*

FAMILIA GADIDOS

Especies, por lo general, de bastante tamaño, de medio a dos metros de longitud; muy voraces, como ya lo indica la gran cantidad de dientes puntiformes y desiguales que tienen

en la boca. El cuerpo es simétrico, piel viscosa, la cual está protegida por escamas cicloideas. La vejiga natatoria es grande, pero no comunica con el esófago. Casi todas son especies marinas.

GADUS L.—Tres aletas dorsales; mandíbula inferior con barbillas.

Según Moreau, se conocen cuatro especies, cuyos caracteres esenciales pueden verse en el siguiente cuadro:

Aletas ventrales con dos radios externos muy largos...	Primera aleta anal unida a la segunda por una membrana.....	*Gadus luscus* C. Bp.
	Las dos aletas anales separadas.....	*Gadus minutus* L.
Aletas ventrales con dos radios externos de tamaño ordinario.....	Una mancha bien manifiesta en la base de la primera aleta dorsal.....	*Gadus æglefinus* L.
	Sin mancha en la base de la primera aleta dorsal.....	*Gadus morrhua* L.

De todas las especies indicadas, la más notable es el *Gadus morrhua* L., llamado vulgarmente *abadejo, bacalao;* el cuerpo es alargado, de medio a metro y medio de longitud; color verdoso, con gran número de manchas amarillentas u obscuras; pero sin que haya mancha patente en la base de la primera aleta dorsal. Tres aletas dorsales, siendo la intermedia la más desarrollada; dos aletas anales; caudal homocerca y cuneiforme; aletas abdominales más hacia adelante que las torácicas, y puntiagudas. Barbillas bien manifiestas. Es abundantísima en el N. de Escocia, hasta Islandia, alrededor del Banco de Terranova. Accidentalmente se encuentra en el Cantábrico y Atlántico de España.

Es una especie de gran importancia; salazonado, constituye el bacalao comercial, del que tanto uso se hace como alimento. El hígado es destinado a la preparación del *aceite de hígado de bacalao*, de gran uso industrial y medicinal.

MERLUCIUS Rafin.—Dos aletas dorsales y una anal; sin barbillas. La especie más interesante es el *Merlucius vulgaris* Flem. (merluza, pescadilla), frecuente en el Cantábrico y NO. de España; en América del Norte, y sobre todo en el N. de Europa, se salazona la merluza y constituye lo que en el comercio se llama *bacalao de Escocia.*

ACEITE DE HÍGADO DE BACALAO.—Es el aceite extraído del

hígado del *Gadus morrhua* L. o bacalao, especie ya descrita.

Preparación.—Sacados los hígados de los bacalaos, son colocados aquéllos en calderas o toneles de doble fondo; la simple presión de unos hígados sobre otros, hace fluír un primer aceite amarillento o poco coloreado *(aceite de 1.ª)*; luego se prensan artificialmente y fluye un aceite rojizo *(aceite de 2.ª)*; por último, los hígados, ya en completa patrefacción, son sometidos a la acción del agua hirviendo para que dejen toda la grasa que aun pudiera contener, que luego se separa por decantación; este aceite es negruzco *(aceite de 3.ª)*.

Un procedimiento que da muy buenos resultados es el de *Delattre* modificado, empleado también para obtener el aceite de hígado de raya; consiste en colocar los hígados en calderas de doble fondo, por la que se hace circular una corriente de agua a 60° y en la que el aire ha sido extraído por una corriente de anhídrido carbónico. El aceite así obtenido ofrece muy buenas condiciones. *Hoog* propone calentar la vasija de doble fondo con la corriente de vapor; el resultado es el mismo que en el caso anterior.

Caracteres generales.—Varía mucho el aspecto del aceite según el procedimiento empleado para la obtención. Es aceite secante, solidificándose por lo mismo en presencia de los agentes atmosféricos; color variable según las variedades (amarillento, rojizo o negruzco); color y sabor desagradables; densidad 0,924, aproximadamente. Colocado el aceite en una capsulita o vidrio de reloj y agregando una gota de ácido sulfúrico, se produce una mancha amarilla con estrías radiales carmesíes. Con el ácido nítrico fumante produce coloración rosada.

Composición química.—La composición química varía según las suertes comerciales; el análisis así lo demuestra y la clínica lo confirma con el hecho de demostrar que son más activas las suertes coloreadas rojizas que las amarillentas o poco coloreadas. Unos principios son preexistentes en el aceite, y otros, quizá los más activos, se formaron en el acto de la extracción de la grasa y por putrefacción de los líquidos biliares y parénquima hepático.

A. Gautier y L. Mourgues han estudiado muy detenidamente la composición del aceite de hígado de bacalao, aunque principalmente se fijaron en la determinación de las leucomaínas. En el aceite existe *oleína, margarina, butirina, pigmentos* y *ácidos biliares, leucomaínas* (alcaloides de la putrefacción), *fosfatos, cloruros, bromuros* y *ioduros*.

Según los autores antes indicados, las leucomaínas por ellos determinadas son seis, y se hallan en una proporción de

0,35 gramos a 0,50 gramos por 1.000 de aceite; estos principios son los siguientes: *morruina* ($C^{19}H^{27}N^3$), que es el alcaloide más activo y al que parece debida principalmente la acción fisio-terapéutica del aceite de hígado de bacalao; *ixoamilamina* ($C^5H^{13}N$); *butilamina* ($C^4H^{11}N$); *dihidrodimetilpiridina* ($C^7H^{11}N$); *aselina* ($C^{25}H^{32}N^4$) y la *examilina*. De las seis leucomaínas indicadas, sólo la aselina y morruina son fijas; las demás, volátiles.

Formas comerciales.—Muchas son, realmente, las suertes comerciales que se conocen de aceite de hígado de bacalao, pues éstas se distinguen por el color y olor; pero aunque muchas existen, pueden referirse a tres o cuatro tipos.

Aceite blanco.—Es el aceite que fluye naturalmente de los hígados cuando apenas en ellos ha comenzado la fermentación; resulta un aceite claro, ligeramente coloreado de amarillo y con escaso olor y sabor.

Aceite rojo claro.—Extraído el aceite blanco, fluye un segundo aceite de color rojo claro, olor y sabor desagradable; los hígados están ya en franca putrefacción cuando sale esta segunda clase de aceite.

Aceite pardo.—Cuando ya apenas fluye aceite por la presión de unos hígados con otros, se prensan artificialmente y sale un aceite pardo, con olor y sabor bastante más intensos que los del anterior.

Aceite negro.—Los hígados que sirvieron para obtener los aceites anteriores, ya informes y putrefactos, se echan en el agua hirviendo para que abandonen la grasa que aun puedan contener; el aceite se separa por decantación y resulta de color negruzco o negro, con olor y sabor fétidos, repugnantes.

El aceite obtenido por los procedimientos de la corriente de vapor o de agua caliente resulta de un color ambarino o de vino de Jerez, con sabor y olor a pescado, siempre desagradables. Este aceite y el que hemos denominado *aceite rojizo* son los más comúnmente empleados en el uso medicinal; los aceites descolorados en la industria, los que carecen casi de olor, tienen muy menguada la energía fisioterapéutica.

Falsificaciones.—Muchos procedimientos se han ideado para descubrir las adulteraciones más usuales del aceite de hígado de bacalao; debido a que unos procedimientos son complicados y difíciles de practicar, y otros, los más, de resultados inseguros, el problema está en pie, quedando aún mucho por resolver.

Se falsifica mezclándole otros aceites de peces (*aceite de raya*, *aceite de sardinas*, etc., etc.), *aceite de cachalote* y *aceites vegetales*.

Téngase presente la reacción del ácido sulfúrico con el aceite de hígado de bacalao y con el de raya, pues es buen carácter para averiguar la mezcla o, lo que es más frecuente, la substitución de un aceite por el otro; no la repetimos aquí, por estar ya indicada anteriormente.

Para la investigación de los aceites de pescados se hace uso del reactivo de *Cailletet*, o sea la mezcla de:

Acido sulfúrico de 66°	7
Acido nitrico de 40°	10
Acido fosfórico de 45°	12

Se coloca en un tubo de ensayo 5 c. c. de aceite objeto de la investigación, y se agrega 1 c. c. de reactivo; se agita brevemente y luego se añade a la mezcla 5 c. c. de bencina, volviendo otra vez a agitar; la bencina disuelve el aceite y tomará coloraciones distintas según las clases de aceites: el de hígado de bacalao *(blanco, amarillo y rojizo)* comunica a la bencina color amarillo persistente; el de raya, color rojo; los demás aceites de pescados, color pardo obscuro.

La *rosanilina* da al aceite de hígado de bacalao coloración roja y no colorea a los aceites vegetales no ácidos.

Se encuentra en el comercio un llamado aceite de hígado de bacalao constituído por la mezcla de aceites vegetales iodados y aceite de cachalote; los aceites vegetales pierden el color con la corriente de cloro, mientras que el de cachalote se obscurece *(Matière Médicale Zoologique*, Beauregart); esto último pasa también con el de bacalao, raya, sardina, etc., y sobre todo, la mezcla del aceite vegetal con el de cachalote se pone siempre obscura por el cloro.

Puede reconocerse la presencia del aceite de cachalote empleando el siguiente procedimiento: se trata el aceite sospechoso por el ácido sulfúrico y se agita la mezcla; por reposo, y luego por decantación, se separa el aceite, que, sometido a un enfriamiento rápido por medio de la mezcla frigorífica, deposita un precipitado blanco; se separa el precipitado y se determina el punto de fusión; será por lo menos de 25° c. si contenía aceite de cachalote.

Usos.—El aceite de hígado de bacalao tiene gran importancia medicinal como estimulante y reconstituyente.

Mucho se ha discutido referente al principio activo al que debe el aceite sus maravillosas virtudes medicinales; fuera de duda está que la leucomaína denominada *morruina* prepondera sobre las demás substancias; pero es innegable que la energía fisioterapéutica del aceite de hígado de baca-

lao no se debe a una substancia, como dicen algunos autores, sino a la totalidad que integran el mencionado material farmacéutico. Además del aceite propiamente dicho, que puede considerarse como vehículo transportador de energías, hay, con la *morruina*, otros principios no despreciables, como son las demás leucomaínas indicadas, iodo, bromo y fosfatos, todos de probada importancia medicinal.

Como el aceite de hígado de bacalao es de difícil administración por el olor y sabor tan desagradable que tiene, suele dársele formas farmacéuticas que aminoren o hagan desaparecer esas malas condiciones. La preparación más conocida, y quizá clásica, es la llamada emulsión de Scott, constituída de las siguientes materias:

Aceite de hígado de bacalao	25	gramos.
Glicerina	18,5	—
Hiposulfito cálcico	3	—
Agua	2,9	—

Esencia de canela. C. S. para que resulte aromática.

En la industria le quitan el color y olor, y entre otras aplicaciones lo destinan a la preparación de jabones, y en pinturas como secante.

CLASE ANFIBIOS

Respiración branquial en la primera edad, pulmonar en la adulta; corazón con dos aurículas y un ventrículo; circulación doble e incompleta. Tegumento desnudo.

El cuerpo de los anfibios obedece a formas distintas; está por lo general provisto de una piel lisa y viscosa, debido a la presencia de glándulas subcutáneas que segregan un líquido lubrificante; sin embargo de lo dicho, en el género *Cæcilia* L. hay rudimentos de escamas en el espesor del dermis.

Las extremidades pueden faltar (*Cæcilia* L.), pero es lo general que existan en número de dos pares, uno anterior y otro posterior, las cuales nunca toman la forma de aletas, sino de patas terminadas por dedos.

Consiste el aparato digestivo en una boca frecuentemente provista de dientes cónicos y dirigidos hacia atrás; una lengua bífida o escotada en la punta, doblada transversalmente de tal modo que la extremidad anterior del órgano está durante el reposo mirando hacia la parte posterior; el esófa-

go es muy dilatable; el estómago poco voluminoso, aunque bien diferenciado; y el intestino termina en la cloaca, puesto que allí también desembocan los conductos génitourinarios. Glándulas dependientes del aparato digestivo existen varias, siendo las más diferenciadas las salivares y hepática.

El aparato respiratorio hemos dicho que es branquial en las formas jóvenes, pulmonar en los adultos; las branquias pueden ser externas e internas, estas últimas implantadas sobre arcos cartilaginosos que se articulan con el hioides; las cavidades donde se alojan comunican con la boca y con el exterior por hendiduras situadas a los lados del cuello. Las branquias, por lo general, desaparecen en los individuos adultos y son substituídas por dos sacos pulmonares ricos en vasos capilares; hay especies, el *Siren lacertina* L., que durante toda la vida conservan las branquias, teniendo, por lo tanto, respiración pulmonar y branquial a la vez, como igual ocurre en los Dipnoos. Respiración cutánea muy activa.

El aparato circulatorio, en su parte más esencial, está constituído por un corazón compuesto de dos aurículas y un ventrículo; en los anfibios jóvenes, cuando la respiración es branquial, el corazón sólo tiene una aurícula y un ventrículo; pero en la edad adulta, cuando la respiración es pulmonar, la aurícula se divide en dos por un tabique completo. Circulación doble e incompleta. Hematíes elípticas.

Es frecuente que la cuerda dorsal desaparezca y en su lugar se desarrollan vértebras, en un principio bicóncavas, separadas por cartílagos; en los adultos, las vértebras están provistas de cabezas articulares. Sin costillas, o con ellas cortas y cartilaginosas. Esternón bien desarrollado por lo general. El occipital se articula con el atlas mediante dos cóndilos.

El sistema nervioso está más diferenciado que el de los peces; sin embargo, el encéfalo está poco desarrollado, indicándonos ya la escasa inteligencia de estos animales. Los ojos están provistos de un cristalino globoso, un iris brillante, y con frecuencia con tres párpados, uno transverso y similar a la membrana nictitante de las aves. El oído queda reducido a la porción interna, a veces rudimentaria, pudiendo estar constituído por la porción interna y media (Anuros). El tacto es fino, pero en cambio el olfato y gusto son poco manifiestos.

Algunas especies producen ruidos especiales, siendo éstos más intensos en los machos, que suelen tener en los ángulos de la boca bolsas o sacos membranosos para reforzar el sonido.

Unisexuales y ovíparos; no hay cópula, salvo raras excep-

ciones, verificándose la fecundación de los huevos fuera de la hembra; unos anfibios verifican la incubación de los huevos (*Alytes* Wagl., *Rhinoderma* Dun. et Bibr., *Notodelphys* Weinl., etc.); pero en otros quedan abandonados, solitarios (*Triton* Laur.), formando cordones flotantes (*Bufo* L.) o grandes masas gelatinosas (*Rana* L.).

Sin amnios ni alantoides; al romper la cáscara del huevo, sale una larva de forma muy distinta a la que tendrá en estado adulto; la larva carece de patas, tiene aleta caudal y respiración branquial; aparecen las extremidades abdominales, luego las torácicas; desaparece la aleta caudal y a veces la cola; se atrofian las branquias y son substituídas por pulmones.

Ya hemos dicho que en algunos anfibios adultos persisten las branquias a la par que existen pulmones.

Viven en la tierra y en el agua, a lo que alude el nombre de *anfibios;* por lo común son fitófagos cuando jóvenes y zoófagos en estado adulto. Comprende tres órdenes:

Con extremidades.....	Con cola y a veces con branquias en el estado adulto.....	*Urodelos.*
	Sin cola ni branquias en el estado adulto	*Anuros.*
Sin extremidades; notocordio persistente; ojos cubiertos por la piel; con escamas en el espesor del dermis...		*Apodos.*

Urodelos.—Especie digna de mención es la *Salamandra maculosa* Law., conocida con los nombres de *salamandra, pintadiga*, etc., frecuente en España en las cuevas, bajo las piedras, entre el musgo, lejos del agua menos en la época de la puesta. Cuerpo parecido al de un lagarto; color aterciopelado negro, con manchas amarillas; cola redondeada. Ovovivípara en la primavera, ovípara en el otoño. Este pacífico e inofensivo animal es muy temido por el vulgo, habiendo dado origen a estupendas fábulas, corrientes en la actualidad, más bien propias de la época de San Isidro de Sevilla que del siglo en que vivimos; en nuestras excursiones hemos podido convencernos que en Galicia, Asturias, Cataluña y otras regiones, no sólo se la teme por creerla venenosa, sino principalmente porque, cual *basilisco*, mata al hombre con sólo la mirada; por eso el vulgo huye tan pronto la ve.

Anuros.—A este grupo corresponden las ranas y sapos.

Rana L.—Paladar y borde de la mandíbula superior provistos de pequeños dientes; patas posteriores largas, propias para saltar, terminadas por cinco dedos unidos por membrana interdigital; extremidades anteriores normales, terminadas por cuatro dedos libres. Piel lisa.

BIBLIOTECA
DEL
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

En España se conocen dos especies: la *Rana esculenta* L. y *R. temporaria* L., considerada esta última, por algunos naturalistas, como variedad de aquélla; las dos son comunes en los charcos, sobre todo la primera, conociéndolas con el nombre vulgar de *ranas*.

Las patas posteriores o *ancas de rana* se comen en algunos sitios y gozaron en la antigüedad de fama medicinal; la *freza* o *sperniola*, o sea la materia mucilaginosa que protege a los huevos, tuvo también uso medicinal; hoy, en este concepto, sin importancia alguna, más que la histórica.

Bufo L.—Sin dientes; cuerpo robusto y patas proporcionadas, sin membranas interdigitales o con ellas rudimentarias; cuerpo rugoso y piel glandulosa. Cuando se ven molestados se contraen longitudinalmente y lanzan la orina a buena distancia.

Se conocen en España tres especies: *Bufo vulgaris* L., *B. viridis* Laur. y *B. calamita* Laur., considerado este último por algunos autores como variedad del anterior. Vulgarmente se conocen con los nombres de *sapos*, *escuerzos*, etc.; destruyen una gran cantidad de insectos perjudiciales y babosas, por lo que tales anfibios deben considerarse útiles a la agricultura.

Mucho se ha dicho respecto al líquido segregado por las glándulas subcutáneas de los sapos; a los lados de la cabeza hay unas glándulas bien desarrolladas, que segregan un líquido acre y venenoso; pero este líquido no es absorbible a través de la piel del hombre y sólo podría llegar a producirnos algún trastorno cuando fuera inoculado directamente al torrente circulatorio.

Estas especies gozaron en la antigüedad de fama medicinal; hoy sin uso alguno.

SUBTIPO SAUROPSIDOS

Comprende dos clases:

Ovíparos, con sangre fría; piel escamosa.....	*Reptiles.*
Ovíparos, con sangre caliente; piel cubierta por plumas.	*Aves.*

CLASE REPTILES

Sangre fría; circulación doble e incompleta; respiración pulmonar; tegumento escamoso; ovíparos; embrión con alantoides y amnios.

Cuerpo alargado u oval. La piel presenta producciones dermoicas escamosas o escudetes óseos, a veces grandes escamas córneas (*Chelone* Brong., *Thalassochelys* Fitz.).

Las extremidades sufren grandes transformaciones: en la época del triásico inferior al cretáceo, vivieron especies (*Pterodactylus* Cuv.) cuyas patas anteriores estaban conformadas para volar; las extremidades están terminadas por cuatro o cinco dedos, pudiendo ser aquéllas largas y éstos unidos por paquetes (*Chamæleon* Laur.); extremidades cortas y divergentes, de modo que el cuerpo va arrastrando durante la marcha (Lacértidos, etc.); ensanchadas, a modo de remos, o con los dedos unidos por membranas interdigitales (Hidrosaurios, etcétera); las cuatro extremidades pueden ser muy cortas, casi rudimentarias (*Seps* Daud., *Scincus* Fitz.); pueden faltar las abdominales (*Chirotes* Cuv.), o las torácicas, persistiendo las abdominales (*Pseudopus* Merr.); por último, hay reptiles ápodos (Ofidios, *Anguis* Cuv., *Blanus* Wagl.).

El aparato digestivo, por lo general, es corto, dependiendo esto de la alimentación zoófaga que tienen la inmensa mayoría de los reptiles; la boca unas veces está armada de placas córneas que simulan un pico como el de las aves (Quelonios), y otras está provista de dientes, pudiendo estar implantados en alvéolos (*Tecodontos*), colocados sobre el borde de la mandíbula (*Acrodontos*), o en una excavación que hay en la parte interna de ella (*Pleurodontos*); los dientes llegan a veces a implantarse en el paladar, y, más que órganos de masticación, debe considerárselos como destinados a retener la presa o cual armas ofensivas y defensivas. La lengua suele ser escotada o bífida, retráctil y protráctil, y desempeña gran papel en la prensión de los alimentos. El esófago es dilatable; falta el velo del paladar; el estómago poco diferenciado; el intestino corto desemboca, por intermedio del recto, en la cloaca, donde van a parar los conductos de los órganos génitourinarios. Hay páncreas, bazo y glándulas salivares bien desenvueltas; el hígado tiene casi siempre vejiga de la hiel, vertiéndose el líquido segregado por la glándula hepática en el intestino, por medio de dos conductos.

El corazón consta de dos aurículas y un ventrículo; en

los cocodrilos el corazón está formado por dos aurículas y dos ventrículos; pero, aun en este caso, la circulación, aunque doble, es incompleta, debido a que la sangre venosa y la arterial se mezclan por medio de la *arteria transversa,* que va desde la aorta a la vena pulmonar.

El aparato respiratorio es constantemente pulmonar; los pulmones comunican con la boca por intermedio de la tráquea; en algunas especies (Ofidios), uno de los pulmones, el izquierdo, se atrofia; pero, en cambio, el derecho adquiere gran desarrollo.

El sistema nervioso adquiere más diferenciación que en las clases anteriores; los hemisferios cerebrales son grandes y lisos en la superficie, apareciendo ya desarrollado el cerebelo (Ofidios).

La forma y constitución del esqueleto es por extremo variable; el cráneo se articula con el atlas por un cóndilo; la columna vertebral es, con frecuencia, muy larga (Ofidios), y otras es relativamente corta (Quelonios); en la mayoría las costillas están bien desarrolladas, pero el esternón puede faltar (Ofidios), o estar bien diferenciado (Saurios, Quelonios). Las demás modificaciones del endoesqueleto son casos particulares de gran valor taxonómico.

El oído está frecuentemente constituído por el interno y medio, quedando la membrana timpánica a flor de la cabeza; el caracol no se arrolla en espiral y es aún poco diferenciado. Las fosas nasales son poco extensas, y las conchas de la nariz sencillísimas; entre las conchas y el vómer hay, en ciertos reptiles, unos órganos olfatorios, llamados *órganos de Jacobson.* El tacto poco fino, como lo demuestra ya el cuerpo cubierto por escamas. Los ojos tienen disposición parecida a la de las aves, con pupila redonda y córnea plana en general; casi siempre existen dos párpados y membrana nictitante, pudiendo, sin embargo, faltar párpados y membranas (Ofidios, etc.).

Ovíparos, rara vez ovovivíparos *(Seps* Daud., *Vipera* Daud.); hay cópula, verificándose, pues, la fecundación en el cuerpo de la hembra. Frecuentemente sufren vida letárgica durante el invierno. Zoófagos, principalmente insectívoros.

Se dividen en tres grupos principales:

Sin extremidades; cuerpo serpentiforme	*Ofidios.*
Con extremidades y con esternón	*Saurios.*
Cuerpo encerrado en una coraza.....	*Quelonios.*

OFIDIOS

Cuerpo alargado, cilíndrico, serpentiforme y escamoso; la epidermis puede desprenderse de una vez *(camiseta de las culebras)*, muda que se verifica varias veces al año. Sin extremidades casi siempre.

La boca es muy extensible, lo que depende: primero, porque el maxilar inferior se articula con el cráneo por intermedio del hueso cuadrado que es largo; segundo, porque la porción mastoidea del temporal está separada casi en todas las especies, y tercero, porque las dos ramas del maxilar inferior no se sueldan en la parte anterior, sino que se unen mediante un ligamento elástico. En la boca existen dientes cónicos no implantados sobre alvéolos, dirigidos hacia atrás y destinados a retener la presa; en algunos ofidios (ofidios venenosos) hay en la parte anterior del maxilar superior unos dientes fijos o movibles provistos de un canal o conducto donde desemboca el canal excretor de glándulas venenosas; estas glándulas están situadas en la cabeza, pero a veces adquieren tal desarrollo que llegan hasta la cavidad abdominal.

Lengua coriácea, bífida y protráctil. Esófago muy dilatable; estómago apenas diferenciado; intestinos cortos. Pulmón izquierdo atrofiado, alcanzando gran desarrollo el derecho.

No existe vejiga de la orina; ojos sin párpados; oído sin caja timpánica.

La columna vertebral está constituída por gran cantidad de vértebras, a veces más de trescientas, procélicas y articulalas de tal modo que pueden alcanzar gran movimiento lateral; todas las costillas son vertebrales, pues carecen en absoluto de esternón los ofidios.

Ovíparos u ovovivíparos. Viven en la tierra, a veces acuáticos, progresando por los movimientos ondulatorios del cuerpo. Zoófagos, alimentándose de presas vivas, a veces de gran tamaño, relativo al cuerpo del animal.

La familia más interesante es la de los *vipéridos*.

FAMILIA VIPERIDOS

Familia de ofidios venenosos con escasa representación en España. Especies de mediano tamaño (medio metro), cuerpo robusto y cilíndrico, terminado bruscamente en una cola

corta. Cabeza triangular, con la parte dorsal cubierta por placas y escamas, aquéllas dispuestas en la parte anterior y éstas en la posterior. Presentan una glándula venenosa a cada lado de la cabeza, debajo de los músculos elevadores de la mandíbula; los conductos excretores de las glándulas van a desembocar cada uno a un diente móvil horadado longitudinalmente y terminados en finísima punta; este par de dientes venenosos están colocados en el borde anterior del maxilar superior y son móviles por serlo el hueso donde se implantan; los dientes venenosos van seguidos de otros más pequeños y están destinados a reemplazar a aquéllos cuando por cualquier causa se desprenden.

Animales ovovivíparos que habitan entre la maleza o entre el pasto en los prados y otros sitios sombríos de toda la Península.

Vipera Daud.—Cabeza protegida superiormente por placas frontales y escamas postfrontales; sin fosita entre el ojo y la nariz.

Cuatro especies se conocen en Europa:

Una fila de escamas entre el ojo y las que forman el labio superior..... *Vipera berus* L.

Dos filas de escamas entre el ojo y las supralabiales.

- Hocico no elevado o poco arremangado..... *Vipera Aspis* L.
- Hocico arremangado visiblemente.
  - Una verruga encima del hocico y delante de ella dos placas..... *Vipera Latastei* Boscá.
  - Hocico muy arremangado, con cuatro placas prerrostrales..... *Vipera Amodytes* L.

Las cuatro especies han sido citadas en España; pero de todas ellas las más comunes son la *Vipera (Pelias) berus* L. (Asturias, Galicia, Santander), y principalmente la *Vipera Latastei* Boscá (Extremadura, Andalucía, Castilla, etc., etc.), más frecuentes en terrenos montañosos y húmedos. Estas especies son conocidas con el nombre vulgar de *víboras*, únicos animales venenosos de nuestra fauna herpetológica.

Tales animales tienen color grisáceo obscuro, con cuatro filas de manchas negruzcas en el dorso, formando las dos medias una especie de faja en zig-zag, que puede faltar.

Veneno de las víboras.—La energía del veneno de estos ofidios depende de variables circunstancias; pero entre todas ellas dos son las más capitales: mayor cantidad de veneno será inoculado cuanto más tiempo haga que la víbora no mor-

dió a otro animal; el veneno será más activo cuanto más cálido sea el terreno donde habita el animal.

Hemos presenciado la muerte de un pequeño perro que había sido mordido por una víbora *(Vipera Latastei);* tan luego se sintió mordido por el ofidio, comenzó a dar saltos y grandes alaridos que debían dejarse oír a larga distancia; luego siguió un momento de relativa calma; por las contracciones y rápidos movimientos de cabeza recuerda el primer período de envenenamiento por la estricnina. A la media hora de intoxicación, el pequeño animal, muy nervioso, corría de un lado para otro sin hacer caso de nadie ni aproximarse a nosotros. Comenzó a babear fuertemente; sus movimientos cada vez más rápidos y los alaridos más apagados y lastimeros. Por fin, a las cuatro horas de sufrir el envenenamiento, la postración fué grande, y sin notarse en él contracción brusca, propia de los animales envenenados, aquel pobre perro murió sin brusquedades nerviosas.

En el hombre produce acción muy distinta, dependiendo del estado en que se encuentre: el hombre sano y robusto sufre los efectos del envenenamiento, pero jamás la mordedura de una víbora puede acarrearle la muerte; el hombre débil o enfermo, de escasa energía vital, puede sucumbir por la acción del veneno, si no tomó las precauciones debidas.

Algunos hombres, al ser mordidos por la víbora, al principio casi no lo notan y creen haya sido algún arañazo, siempre perceptible; pero, por el contrario, otros sienten al momento un dolor agudísimo, y parece como si su cuerpo estuviera sometido a la acción de repetidas descargas eléctricas; más tarde se suceden espantosas convulsiones, fuerte diarrea, vómitos de sangre, gran fiebre y otros múltiples fenómenos de envenenamiento, muy variables según el estado de la víctima. En el hombre sano todos esos aparatosos fenómenos no son más que manifestaciones de la lucha del veneno con la vida del individuo, venciendo, al fin, ésta; en el individuo anémico, el desfallecimiento es rápido, siente gran disminución de la actividad cerebral, somnolencia, escaso sufrimiento y luego la muerte.

El veneno es un líquido transparente, flúido y ligero, color amarillento; más denso que el agua, volviéndose ésta lechosa cuando se mezcla con ella. El príncipe Luciano Bonaparte encontró en el líquido venenoso de la víbora una substancia azoada, a la que denominó *viperina*, que, según el analista mencionado, resulta ser el principio activo de tan terrible veneno.

Según Physalix, en el líquido venenoso existen toxinas

activísimas y una antitoxina que puede separarse con facilidad filtrando el líquido a través de una bujía porosa.

Calmette prepara un suero con la antitoxina del veneno de la víbora, y parece ser que da buenos resultados como antivenenoso.

Como el suero de Calmette no está muy generalizado, sobre todo en nuestra Península, bueno será indicar el procedimiento clásico para aminorar o destruir la acción ponzoñosa del veneno inoculado por las víboras:

Al notar el atacado la mordedura de la víbora, debe procurar localizar el veneno, y esto se consigue ligando fuertemente el órgano atacado, por detrás de la herida; una pequeña incisión en la herida es muy conveniente, pues de este modo, con la sangre que fluye, sale buena parte de la ponzoña inoculada; aplicaciones, sobre la cisura, de potasa, amoníaco y mejor de un hierro candente, dan siempre excelentes resultados.

No obstante todas estas medidas, aun produce su efecto el veneno: si la mordedura fué, por ejemplo, en un dedo, al cabo de algún tiempo la mano, brazo y hasta el hombro se inflaman, produciéndose los consiguientes dolores, a veces muy agudos.

Las víboras tuvieron importancia medicinal, y aun es mencionada en alguna farmacopea; actualmente se tiende a utilizarlas, no para confeccionar aquellos medicamentos antiguos, sino en la preparación del suero antivenenoso, que más tarde o más temprano ha de generalizarse en la medicina.

SAURIOS

Cuerpo alargado, no tanto como los Ofidios, cubierto de pequeñas escamas imbricadas o yuxtapuestas. Extremidades cortas, por lo general, terminadas por cuatro o cinco dedos libres, a veces unidos por paquetes *(Camaleóntidos)*, rara vez sin extremidades *(Anfisbénidos)*.

Boca no dilatable, provista de dientes *(Acrodontos* y *Pleurodontos)* cónicos y dirigidos hacia atrás; la lengua es por extremo variable: en unos es protráctil y bífida *(fisilingües)*, protráctil y vermiforme *(vermiculingües)*, no protráctil, corta y delgada *(brevilingües)*, o larga y carnosa *(crasilingües)*.

Hueso mastoideo unido al temporal; esternón y vértebras bien desarrolladas; hay, no obstante, saurios *(Anfisbénidos)* que carecen de esternón. Existe vejiga de la orina. Oído

constituído por la parte interna y casi siempre por la caja timpánica. Ojos provistos de párpados y a veces de membrana nictitante. Ovíparos, a excepción del género *Seps* Dau. y otros, que son ovovivíparos. Zoófagos, con vida invernante.

Comprenden las siguientes familias:

Extremidades rudimentarias o nulas.....		Escamas yuxtapuestas, formando círculos alrededor del cuerpo; colubriformes y pleurodontos.....	*Anfisbénidos.*
		Escamas empizarradas; brevilingües.....	*Escíncidos.*
Extremidades bien desarrolladas.....	Dedos iguales.	Dos dedos opuestos a los otros tres; cola prensil.....	*Camaleóntidos.*
		Dedos ensanchados en una de sus falanges; uñas retráctiles; cola no prensil; vértebras anficélicas.....	*Gecónidos.*
	Dedos desiguales.	Lengua no protráctil (crasilingües); con cresta o apéndices en el dorso.....	*Iguánidos.*
		Lengua protráctil y bífida, pleurodontos...	*Lacértidos.*

Anfisbénidos.—Las especies de la familia forman anillo de transición con los Ofidios; en España se encuentra el *Blanus cinereus* Vand. *(Amphisbœna cinerea)*, desprovisto de extremidades. El género *Chirotes* Cuv. se distingue del anterior por tener cortas extremidades torácicas, pero carece de patas posteriores; habita en México el *Chirotes lumbricoides* Shaw.

Escíndicos.—El género *Anguis* Cuv. carece de extremidades; el *Anguis fragilis* L. (lución) se encuentra en el Norte de la Península. Tiene extremidades muy cortas el *pasavalle, eslizón (Seps chalcides* Merr.), y además es ovovivíparo; tiene un pulmón más corto que el otro; común en toda España.

El género *Scincus* Fitz., tipo de la familia, comprende especies lacertiformes, con patas proporcionadas y terminadas por cinco dedos; paladar con dientes. Tuvo gran fama en la antigua medicina el *S. officinalis* Laur., de Egipto, Argelia, Abisinia, etc.; lo remitían a Europa después de haber sufrido

una operación, que consistía en cortarle la punta de la cola, sacarle las vísceras, desecarle, y luego rellenar la cavidad con plantas aromáticas. En España se encuentra el *Scincus (Gongylus) ocellatus* Wagl., poco distinto de la especie anterior; paladar sin dientes.

Camaleóntidos.—Corresponde a la familia el *Chamœleon vulgaris* Cuv. o *camaleón;* cuerpo alto, patas terminadas por dedos unidos por paquetes oponibles; cola prensil; vermilingüe. Es muy notable el camaleón, aunque no fuera más que por la propiedad que tiene de cambiar de color, debido a los cromatóforos que hay en su piel; por otra parte, parece probado sea uno de los animales de mayor sensibilidad visual; la especie mencionada se halla en Andalucía.

Gecónidos.—Es común en España el *Ascalabotes Mauritanicus* L., conocido con el nombre vulgar de *salamanquesa.*

Iguánidos.—La *Iguana delicatissima* Laur., de América, es muy apreciada por su carne. También corresponde a esta familia el *Draco volans* L., con grandes repliegues laterales; vive en Java.

Lacértidos.—El género *Lacerta* Cuv. comprende especies que reciben el nombre vulgar de *lagartos,* siendo los más comunes en nuestra Península la *Lacerta viridis* L. y *Lacerta (Thimon) ocellata* L. El excremento de estos animales *(hienda de lagarto)* tuvo en la antigüedad uso medicinal.

El *Podarcis muralis* Laur. es una de las *lagartijas* más comunes de los poblados; así como la del campo, sobre todo en la región central, es el *Psammodromus Hispanicus* Fitz.

QUELONIOS

Constituyen los Quelonios un grupo muy natural y muy distintos de los demás reptiles por su aspecto y extraña organización. Forma anillo de transición con las Aves.

Cuerpo ovalado y protegido por una coraza ósea muy resistente, abierta por la parte anterior y posterior, por donde saca el animal la cabeza y patas torácicas y la cola y patas abdominales respectivamente; las extremidades pueden recogerse dentro de la coraza *(Emys* Crong., etc.), o, por el contrario, no ser retráctiles, y por lo mismo no pueden cobijarse dentro de ella *(Chelone* Brong., etc.).

Las cuatro extremidades están bien desarrolladas; unas veces comprimidas en forma de remos (Quelónidos), terminadas por dedos unidos por membranas interdigitales (Trionícidos, Emídidos, Quelídidos), pudiendo terminar las patas a

modo de muñón o masa informe redondeada, sólo diferenciados los dedos por las uñas (Testudínidos).

La coraza está protegida unas veces por una piel fina y blanda (Tionícidos), pudiendo ser la piel dura y coriácea *(Sphagis coriacea* Gray.), y con más frecuencia provista de grandes escamas córneas que se disponen comúnmente de forma empizarrada *(Chelone* Brong., *Thalassochelys* Fitz., Quelídidos, etc.).

La boca carece de dientes, pero en su lugar hay unas placas córneas colocadas sobre las mandíbulas, que forman especie de pico, muy parecido al de ciertas aves.

Ojos con párpados y membrana nictitante y con un anillo óseo colocado entre la córnea y la esclerótica; fosas nasales separadas por tabique cartilaginoso; oído constituído por la porción interna y media, con la membrana timpánica a flor de la cabeza; la trompa de Eustaquio aparece bien diferenciada.

Nos hemos referido ya a la coraza o caparazón óseo que protege el cuerpo de los quelonios; dicha coraza, que es constante en todos estos animales, consta de dos porciones, una dorsal *(espaldar)* y otra ventral *(peto)*; el *espaldar*, o parte dorsal del caparazón, está formado por las apófisis espinosas de las vértebras dorsales, las costillas y piezas dérmicas, que forman el borde; el *peto* no está formado por el esternón, como antes se creía, sino por unas piezas óseas de origen dérmico; en algunas especies (Trionícidos) la coraza está incompletamente osificada, resultando, por lo mismo, de poca consistencia, comparada con la de la generalidad de los Quelonios.

Especies ovíparas e invernantes, que aparecieron en la época del jurásico superior.

Las familias más notables son las siguientes:

Caparazón incompletamente osificado, con el borde cartilaginoso; peto con un gran espacio vacío; narices prolongadas en trompa; dedos con membranas interdigitales y con uñas sólo los tres internos... *Trionícidos* (fluviátiles).

Caparazón osificado.	Extremidades no retráctiles...	Especies de gran tamaño; patas ensanchadas a modo de remos, siendo mayores las torácicas; peto con un gran espacio vacío; dedos ocultos por la piel...	*Quelónidos* (marinos).
		Patas terminadas por dedos diferenciados, con uñas, y unidos por membranas interdigitales.....	*Quelídidos*.
	Extremidades retráctiles.....	Dedos diferenciados, unidos por membranas interdigitales y provistos de uñas.....	*Emídidos* (palustres).
		Dedos reunidos, formando una masa carnosa y sólo diferenciados al exterior por las uñas.....	*Testudínidos* (terrestres).

Quelónidos.—La *Chelone imbricata* L., llamada *carey*, y la *Chelone (Thalassochelys) caretta* L., tienen el espaldar adornado por grandes placas córneas, y que, como es sabido, se destinan, sobre todo las del *carey*, para la preparación de objetos de lujo y de utilidad práctica. Las especies citadas se encuentran en el Atlántico.

No es muy raro encontrar en el Mediterráneo el *Sphargis coriacea* L., y debido a las quillas, en número de siete, que tiene en el espaldar, recibe el nombre vulgar de *laúd*, por comparación con el instrumento de este nombre.

Emídidos.—Son de la familia el *Emys caspica* Gm., o *galápago*, y el *Emys (Cistudo) orbicularis* L., más abundante el primero, usados en la antigüedad para la preparación de caldos medicinales.

Testudínidos.—La especie más conocida de la familia, y que gozó de fama en la antigüedad para la preparación de caldos, y aun es muy buscada como alimento, es el *Testudo Græca* L. o *tortuga griega*, de las Baleares, Italia, Grecia y otros países europeos; en invierno se aletarga, resguardándose en cuevas profundas.

BIBLIOTECA DEL INSTITUTO PROVINCIAL SORIA

CLASE AVES

Ovíparos de sangre caliente; cuerpo protegido por plumas.

La clase de las aves es uno de los grupos más naturales de la clasificación zoológica; prueba de ello es que sus límites no han experimentado modificación alguna, a pesar de las grandes modificaciones que ha sufrido la taxonomía en estos últimos años; el estudio de las aves es objeto especial de la *Ornitología.*

El cuerpo está protegido por las formaciones dermoicas, llamadas *plumas;* las plumas pueden tener las barbillas duras y apretadas (Rapaces, etc.), o, por el contrario, laxas y como sedosas *(aves nocturnas,* etc.), pudiendo ser cerdosas e impropias para el vuelo (Ratídeas). Reciben las plumas distintos nombres, según la posición que ocupen: las plumas de la cola se denominan *timoneras;* las de las extremidades torácicas, *remiges (primarias, secundarias* y *escapulares),* y las que cubren el resto del cuerpo, *coberteras;* reservándose el nombre de *vibrisas* para las plumas semejantes a pelos que se encuentran a los lados de la boca.

En una pluma tipo se distingue la porción inferior, hueca, que es el *cálamus,* el tallo o *rachis,* las barbillas o *vexillum,* y, por último, un apéndice con barbillas laterales que se extiende a lo largo y por debajo del raquis, y recibe el nombre de *hyporachis.*

Por lo general, las extremidades torácicas o *alas* están dispuestas para volar, aunque algunas aves las destinan a mantener el equilibrio durante la carrera (Ratídeas); hay especies que carecen de aparentes alas *(Apteryx* Shaw.). Las patas o extremidades abdominales carecen frecuentemente de plumas, y en su lugar se desarrollan escamas de diversa diferenciación, según las especies; los dedos terminan por uñas, a veces muy afiladas y resistentes (Rapaces, etc.); en general, son cuatro el número de dedos: el pulgar con una falange, con dos o tres los siguientes, y con cuatro falanges el interno.

Es frecuente que tres dedos estén dirigidos hacia adelante y uno, el pulgar, hacia atrás, que puede estar bien desarrollado *(Ardeidas,* casi todos los Pájaros, Prensoras, etc., etc.) o rudimentario (muchas Gallináceas y Zancudas. etc.), y a veces nulo *(Avutarda,* Ratídeas, algunas Láridas, Escolopácidas, etc.); hay especies, como el avestruz de Africa, que sólo tienen dos dedos; en muchas *prensoras* y *trepadoras* dos de-

dos están dirigidos hacia adelante y dos hacia atrás, y en un *vencejo*, por ejemplo, los cuatro dedos están dirigidos hacia adelante. En las aves nadadoras, hay membranas interdigitales (Palmípedas) que a veces sólo orlean los dedos (*Podiceps* L.); en ciertas aves (Gallináceas, etc.) la membrana interdigital es rudimentaria y a veces nula, siendo los dedos completamente libres (Palomas, etc.).

La boca está provista de láminas córneas que forman el pico; el pico tiene forma y consistencia muy variables, estando naturalmente ligado con las costumbres del animal; en las Rapaces, por ejemplo, que para la alimentación tienen que apoderarse de animales, generalmente vivos, y, por lo mismo, en ocasiones han de sostener verdadera lucha, el pico es acerado, robusto y encorvado; en los Fringílidos y otras aves grannívoras el pico es corto y robusto, a propósito para quebrantar las semillas; y en aquellas otras aves, como las *golondrinas, chotacabras*, etc., que se alimentan de insectos y a éstos frecuentemente los cogen al vuelo, el pico es muy débil, corto y ancho. Se conocen algunas aves fósiles, como el *Hesperornis regalis*, cuyas mandíbulas ostentan dientes, implantados en una ranura común y a veces en alvéolos, siendo ejemplo de este último caso el *Ichthyoruis victor*.

Por lo común la lengua es córnea, pero a veces es carnosa (*loros*, muchas Palmípedas); no existe velo del paladar. El esófago con frecuencia muestra una dilatación musculosa o *buche;* el estómago consta de dos porciones, una glandular o *ventrículo subcenturiano*, que es el verdadero estómago, y otra porción resistente y musculosa, muy desarrollada en las aves grannívoras, que recibe el nombre de *molleja*, siendo aquí donde sufren la trituración las materias alimenticias. El intestino, corto o largo, según la alimentación, va a terminar a una dilatación llamada cloaca, donde también desembocan los conductos de los órganos génitourinarios.

El aparato circulatorio es muy complicado; el corazón con cuatro cavidades, dos aurículas y dos ventrículos, sin que los dos corazones arterial y venoso se comuniquen. La sangre es roja y caliente, alcanzando mayor temperatura que en otros animales; hematíes elípticas con núcleo rico en cromatina. Circulación doble y completa.

Aparato respiratorio pulmonar, toda la vida; la tráquea, que es de longitud variable según las especies, presenta dos laringes, una superior y otra en el comienzo de ramificación de los bronquios; algunas ramificaciones bronquiales atraviesan el parénquima de los pulmones y van a parar hasta la base de las plumas, contribuyendo, entre otras cosas, a dis-

minuir notablemente el peso específico del cuerpo de estos seres.

El aparato renal está colocado en cavidades de la pelvis; los conductos excretores terminan, como hemos dicho, en la cloaca; la orina es blanca, semisólida o excepcionalmente líquida, como en las Ratídeas.

El endoesqueleto de las aves sufre grandes modificaciones según las costumbres que tengan, pero siempre muy diverso del que es peculiar de los demás vertebrados. Frecuentemente los huesos son ligeros, pero duros y resistentes, porque han de prestar inserción a músculos muy robustos de contracción rápida. Los huesos craneales se sueldan por lo general y constituyen una caja o calavera; el atlas y occipital se articulan mediante un solo cóndilo. La columna vertebral está formada por piezas vertebrales procélicas, siendo el número de ellas variable, dependiendo principalmente de la longitud del cuello. El esternón alcanza gran desarrollo y está provisto, en las aves voladoras, de una fuerte quilla donde se insertan los robustos músculos que mueven las alas.

El sistema nervioso, en su parte central, está formado por un encéfalo más desarrollado que en los reptiles; los hemisferios cerebrales son lisos, y voluminosos los tubérculos bigéminos; el cuerpo calloso no existe o está poco diferenciado; existen 12 pares de nervios craneales; falta el puente de Varolio.

El oído está formado por la porción interna, oído medio y conducto auditivo externo; no hay verdadero pabellón de la oreja. La vista tiene un gran poder de acomodación; hay párpados y membrana nictitante; junto a la unión de la esclerótica con la córnea aparece un anillo de placas óseas o cartilaginosas, que por sus compresiones hace cambiar la convexidad del ojo, y aproximándose más o menos el cristalino a la retina, pueden ver los objetos a pequeña y gran distancia. El olfato, tacto y gusto alcanzan poco desarrollo.

Unisexuales y ovíparas; embrión con amnios y alantoides; fecundación mediante simulacro de cópula, desarrollándose luego el huevo mediante la incubación.

Garrod propuso una clasificación de aves, fundándose en la presencia o ausencia de ciertos músculos situados en el muslo, siendo éstos en número de cinco: femorocaudal, femorocaudal accesorio, semitendinoso, semitendinoso accesorio y ambiente; la mencionada clasificación ornitológica, que revela ímprobo trabajo, no fué aceptada por los naturalistas por ser poco práctica.

Huxley divide las aves en tres subclases:

Tarso y metatarso separados; region caudal muy larga, compuesta de más de veinte vértebras.....		*Saururas*
Tarso y metatarso reunidos, formando un solo hueso; región caudal corta.....	Esternón plano y sin quilla.....	*Ratídeas.*
	Esternón con quilla..	*Carinátidas.*

SUBCLASE CARINATIDAS

Patas cortas e implantadas con frecuencia hacia atrás; dedos con membranas interdigitales.....				*Palmípedas.*
Dedos sin membranas interdigitales.	Pico débil y recto.	Parte inferior de la pierna desprovista de plumas.....		*Zancudas.*
		Toda la pierna cubierta de plumas	Mandíbula superior abovedada.....	Dedos unidos en la base por un pequeño repliegue..... *Gallinas.*
				Dedos libres.... *Palomas.*
			Mandíbula superior deprimida o en forma de tejado.....	Dedos libres o unidos por un corto repliegue *Pájaros.*
				Dedo externo dirigido hacia atrás o versátil. *Trepadoras.*
	Pico encorvado desde la base; lengua carnosa; dos dedos dirigidos hacia atrás y dos hacia adelante.....			*Prensoras.*
	Pico recto en la base y encorvado en la punta..			*Rapaces.*

GALLINÁCEAS

Aves esencialmente terrestres, con las alas cortas, impropias para volar, o de vuelo poco sostenido y pesado. El pico es, por lo común, ancho, corto y alto; la mandíbula superior abovedada, con la punta encorvada hàcia abajo; en la base hay una masa cartilaginosa que cubre las aberturas nasales.

Las patas son cortas, con dedos unidos por una corta membrana; el dedo externo es, por lo general, rudimentario y casi siempre articulado en un plano superior que lo están los dedos anteriores.

Plumaje áspero y poco flexible, con frecuencia adornado de vivos colores en los machos. El dimorfismo sexual es patente; por lo general, el macho tiene bello plumaje, cresta ce-

fálica y espolones; los espolones son unas puntas cónicas córneas implantadas en la cara interna de las tibias.

Aves grannívoras y casi todas polígamas. Las familias más importantes son las siguientes:

Dedo pulgar, si existe, colocado en un plano distinto y superior al que lo están los anteriores.....	Sin espolón, o si existe, es romo; cabeza cubierta de plumas.....	Pico corto; cola larga y tarsos plumosos.....	*Teróclidas.*
		Pico largo; cola truncada o escotada.....	*Tetraónidas.*
	Espolón puntiagudo, por lo menos en los machos; más de doce plumas timoneras.....		*Fasiánidas.*
Dedo pulgar bien desarrollado, unido al tarso en el mismo plano en que lo están los anteriores; cabeza con penachos o crestas y carúnculas eréctiles....			*Penelópidas.*

Teróclidas.—Son las gallináceas de vuelo más sostenido, como lo indica ya el desarrollo de las alas. Dos especies de nuestra fauna, muy apetecidas por su exquisita carne, son el *Pterocles alchata* L. *(ganga)* y *Pterocles arenarius* Pall. *(churra, ortega).*

Tetraónidas.—Son especies muy importantes, por ser de gran consumo como manjares exquisitos; entre ellos están la *Perdix rubra* Temm. *(perdiz roja)* y *P. cinerea* Bris. *(perdiz gris);* la *Coturnix comunnis* Bp. *(codorniz);* en los Pirineos es abundante la perdiz blanca *(Lagopus rupestris* Lath.).

Penelópidas.—El género *Meleagris* L. es el más notable de la familia, fácil de distinguir por tener la parte superior del cuello y cabeza revestida por una piel desnuda, y en la base del pico una carúncula prolongada; el pavo común es el *Meleagris gallopavo* L., que se encuentra silvestre en la orill del Mississipí, del Misuri y otros ríos americanos. Corresponde también a este grupo el *Crax alector* L., de América meridional.

Familia Fasiánidas.—Fáciles de distinguir por tener la cabeza desnuda, principalmente en los carrillos, a veces con crestas carnosas y hasta con un copete de plumas. Pico de mediana longitud, deprimido y encorvado en la punta. Alas cortas, aunque con remiges secundarias largas; más de 12 plumas timoneras. Patas robustas, con el pulgar rudimentario y terminados los dedos por uñas dispuestas para remover la tierra; machos con espolones puntiagudos y córneos.

Se incluyen en la familia especies asiáticas de gran utili-

dad para el hombre, por los grandes beneficios que le reportan.

Numida L.—Con carúnculas carnosas en las mejillas; cabeza desnuda y con una eminencia ósea; cola poco desarrollada o inclinada hacia abajo. La *Numida meleagris* L. o gallina de Guinea está aclimatada en España.

Pavo L.—Cabeza sin lóbulos cutáneos y con un penacho o moño formado por plumas con barbillas sólo en la parte terminal del raquis; diez y ocho plumas timoneras muy largas en el macho y adornadas de vivos y metálicos colores. Originario de Asia, se halla bien aclimatado en nuestro país el pavo real o *Pavo cristatus* L., ave obligada de los elegantes jardines y parques.

Phasianus L.—Sin cresta ni barbillas, con la cabeza cubierta por plumas normales; diez y ocho plumas timoneras bien desarrolladas; espolones finos y agudos en los machos. Son de las aves más hermosas que se conocen, por su aspecto sencillo y espléndidos colores del plumaje. Las especies más frecuentes en los parques de España son el *Phasianus Colchicus* L. (faisán común), *Ph. pictus* L. (faisán pintado de la China) y *Ph. nycthemerus* L. (faisán plateado).

Gallus Briss.—Cabeza con cresta carnosa y con barbillas, o sean dos prolongaciones carnosas semicirculares que hay en la base de la mandíbula inferior. Catorce plumas timoneras. El gallo común es el *Gallus gallinaceus* Gesn., que procede, o parece proceder, del *G. Bankiva* Temm., de las islas del archipiélago de Sonda. Aquella especie, obtenida por selección artificial y domesticidad, es el ave de mayor importancia para el hombre, aunque no fuera más que por proporcionarnos una carne sana y exquisita, y los huevos, que tanto uso tienen como alimento y en preparaciones farmacéuticas y químicas.

Huevo de gallina.—Es el que se emplea como material farmacéutico; su forma es elíptica, más ensanchada en uno de los extremos; color blanco o blanco amarillento, y superficie lisa o ligeramente rugosa.

Consta de las siguientes partes: *cáscara* o envoltura calcárea externa, taladrada de microscópicos agujeros, por donde penetra el aire al interior; *membrana cáliza*, constituída por dos membranillas que van unidas en toda su extensión, menos en el extremo ensanchado del huevo, que se separan y forman la *cámara aérea;* la *clara* o materia albuminosa, con dos prolongaciones laterales que reciben el nombre de *chalazas;* la *yema* o masa interna amarilla o amarillo-rojiza, cubierta por una tenue membrana llamada *membrana vitelina;* en el es-

pesor de la yema se encuentran la *cicatrícula* y *vesícula germinativa*.

La cáscara está constituída, según Liebermann y Vicke, de las siguientes materias:

Materia animal	4,15
Carbonato cálcico	93,70
Carbonato magnésico	1,39
Fosfato cálcico y magnésico	0,76

La composición química de la clara de huevo, según Gautier, es la siguiente:

Agua	86,68
Materias albuminoideas	12,27
Materias extractivas	0,38
Glucosa	0,05
Sales minerales	0,66

Según Gobley, la yema de huevo está compuesta de:

Agua	51,49
Vitelina y otras materias proteicas	15,76
Trimargarina y trioleína	21,30
Colesterina	0,44
Lecitina	8,43
Cerebrina	0,30
Sales minerales, principalmente fosfatos	1,88

En Farmacia tiene importancia el huevo de gallina: la *clara* para preparar medicamentos albuminosos y para clarificar jarabes; la *yema*, una vez solidificada, se destina a preparar el *aceite de yema de huevo*, aceite enranciable, solidificable entre 8° y 10°, y constituído por oleína, palmitina, colesterina, lecitinas, etc., etc.; la *cáscara*, constituída esencialmente por carbonato cálcico, y la *membrana caliza*, gozaron de fama en la antigüedad, hoy sin uso alguno.

PÁJAROS

Es un orden muy innatural, casi imposible de definir más que por carácteres negativos; en el orden Pájaros se colocan aquellas aves que no caben en los demás órdenes.

Pico robusto y recto, o débil y encorvado; tarsos cortos y dedos dirigidos, tres hacia adelante y uno hacia atrás, o los

cuatro hacia adelante, o el externo unido al medio hacia la penúltima falange.

Las costumbres y organización de los pájaros son distintas según las especies. Entre las diversas familias, la más importante es la de los hirundínidos.

Hirundínidos.—Conocidos con los nombres de *fisirrostros* o *latirrostros*, son los hirundínidos pájaros de poca talla, con el pico débil y muy ensanchado en la base; la boca es grande, y ya dispuesta para coger al vuelo los insectos de que se alimentan. Frecuentemente tienen el plumaje recio y las alas muy desarrolladas, con la cola ahorquillada o entera.

Unas son diurnas, las de plumaje fuerte, y otras nocturnas, con el plumaje laxo y sedoso.

Se dividen en tres subfamilias o tribus:

Plumaje fuerte; diurnas.....	Nueve remiges primarias.....	*Hirundínidas.*
	Diez remiges primarias.....	*Cipsélidas.*
Plumaje sedoso; aves nocturnas.....		*Caprimulgidas.*

Hirundínidas.—Remiges primarias y secundarias de igual longitud; aves canoras de talla esbelta. *Hirundo urbica* L., *H. rustica* L., etc., o golondrina.

Cipsélidas.—Dos son los géneros notables: *Cypselus* Ill., con los tarsos provistos de plumas, y los cuatro dedos dirigidos hacia adelante; el *C. apus* L. es el *avión* o *vencejo*, tan frecuente en España.

El género *Collocalia* Gray. se distingue del anterior por no tener plumas en los tarsos; tres dedos dirigidos hacia adelante y uno hacia atrás; son especies de importancia la *Collocalia esculenta* L., *C. fuciphaga* Shaw., etc., de la India, y reciben el nombre vulgar de *salanganas*.

Nido de salangana.—Las salanganas, mediante la saliva que segregan y restos de líquenes que amasan, forman el nido, que colocan pegado a las rocas. Es un nido alargado de color amarillento, semitransparente y duro; parece como si estuviera hecho con fideos arrollados los unos contra los otros. Está formado por una substancia nitrogenada, a la que Payen ha denominado *cubilosa;* se disuelve en agua caliente y por enfriamiento no forma jalea.

En el archipiélago Indico y en China lo usan para la preparación de caldos alimenticios; desde antiguo gozó de gran fama en la medicina.

Caprimúlgidas.—Aves nocturnas y crepusculares con el plumaje sedoso y blando. Es muy vulgar en España el *Caprimulgus europœus* L., llamado *chotocabra*, *engañaniños* y *engañapastores*.

BIBLIOTECA DEL INSTITUTO PROVINCIAL SORIA

SUPTIPO MAMIFEROS

Animales de mayor diferenciación y complicación orgánica, vivíparos de sangre caliente; hembras con mamas y cuerpo protegido por pelos.

El cuerpo es, por lo general, corto y redondeado, a veces alargado y pisciforme (Cetáceos, Sirenios); está cubierto por las formaciones dermoicas, llamadas pelos, los cuales pueden estar en pequeña cantidad (Proboscidios, etc.), formando un mostacho (Sirenios), pudiendo faltar por completo (Cetáceos); las formaciones esqueléticas, de origen dérmico, llegan a veces a ser espinas resistentes (*erizo*, *puerco espín*), o placas empizarradas que protegen el cuerpo del animal (*armadillo*). Son también formaciones dérmicas las placas córneas que cubren la parte terminal y dorsal de los dedos (*uñas*), o que rodean al dedo (*pezuñas*), así como los estuches córneos que protegen las eminencias frontales de muchos rumiantes.

Las extremidades existen en número de cuatro, dos torácicas y dos abdominales, pudiendo, sin embargo, faltar las abdominales (Cetáceos, Sirenios), que están reemplazadas por una aleta caudal horizontal; pueden las extremidades estar dispuestas para la carrera (Solípedos, etc.), para la natación (Pinípedos, etc.), para el salto, en cuyo caso las abdominales están notablemente más desarrolladas que las torácicas (Roedores, canguro, etc.), y a veces las torácicas dispuestas para el vuelo (Quirópteros).

El número de dedos en que terminan las patas es por extremo variable: 5 en las torácicas y 5 en las abdominales (*Hombre*); 5 en las torácicas y 4 en las abdominales (*Eriómidos*); 4 en las torácicas y abdominales (*Hipopótamo*); 4 en las torácicas y 3 en las abdominales (*Tapir*); 3 en las cuatro patas (*Dasipus tridactilus*); 2 en todas las extremidades (*Almizclero*), ó 1 en todas ellas (Solípedos). Los dedos pueden terminar por uñas, *unguiculados* (Bimanos, Cuadrumanos, etc.), o protegidos por pezuñas, *ungulados* (Paquidermos, Rumiantes, etc.).

El aparato digestivo es también muy diverso; consiste en una boca cerrada anteriormente por labios carnosos; en algunas especies (*Ornithorhynchus* Blum., *Echidna* Cuv.) la boca carece de labios, habiendo unas placas córneas que forman el pico como el de las aves Las mandíbulas están armadas de dientes implantados sobre alvéolos; hay especies, como las *ballenas*, *oso hormiguero* y otras, que carecen de dientes. Los

dientes, por su forma y situación, se dividen en *incisivos*, *caninos* y *molares*, y por su constitución en *sencillos* cuando el esmalte reviste simplemente al marfil; *complicados* si el esmalte, a más de proteger al marfil, penetra en la masa de éste, y, por último, se llama dientes *compuestos* a los originados por partes diversas mantenidas por el cemento, siendo ejemplo de este caso los molares de los elefantes. Ya hemos dicho que hay especies, como el oso hormiguero, que carecen de dientes; en otras no existen caninos (Roedores), sin incisivos (Desdentados, etc.). El espacio vacío que hay entre los incisivos y molares, cuando faltan los caninos, se llama *diastema*. En la inmensa mayoría de los mamíferos, los primeros dientes caen y son reemplazados por los definitivos; en los *delfines*, *perezoso*, etc., etc., los primeros dientes son persistentes; a unos se les denomina *monofiodontos*, y a los otros *difiodontos*.

La lengua, que es carnosa, es libre por el extremo anterior, rara vez fija *(ballena)*, y desempeña un gran papel en la emisión de los sonidos y fenómenos de deglución; la boca está interceptada en la parte posterior por el velo del paladar. El resto del aparato digestivo está formado por la faringe, esófago, estómago más o menos complicado según los grupos, intestino delgado y grueso, desembocando en el ano por intermedio del recto. La cavidad torácica y la abdominal están separadas por el diafragma.

Las glándulas anexas al aparato digestivo son las salivares, el hígado con o sin vejiga de la hiel, el páncreas y folículos gástricos.

El aparato circulatorio, en su parte más esencial, está formado por el corazón con cuatro cavidades, dos aurículas y dos ventrículos; la sangre roja y caliente, con hematíes circulares, menos la del camello, que son elípticas, y desprovistas de núcleo; circulación doble y completa.

Aparato respiratorio pulmonar; la tráquea, reforzada con anillos o semianillos cartilaginosos, se ramifica en dos bronquios, sobre cada uno de los cuales se dispone un pulmón; los pulmones se hallan alojados en la caja torácica.

Los riñones tienen forma de una judía, terminando los uréteres en la vejiga de la orina, puesta ésta en comunicación con el exterior por la uretra, que en la mayoría de los mamíferos es común con el de los órganos genitales; existen cápsulas suprarrenales.

El sistema nervioso tiene gran desarrollo, alcanzando el máximum de diferenciación en el hombre. El encéfalo es voluminoso y en la mayoría llena toda la cavidad craneal; en los mamíferos superiores el cerebro ofrece circunvoluciones y an-

fractuosidades; el puente de Varolio y el cuerpo calloso en casi todos están diferenciados.

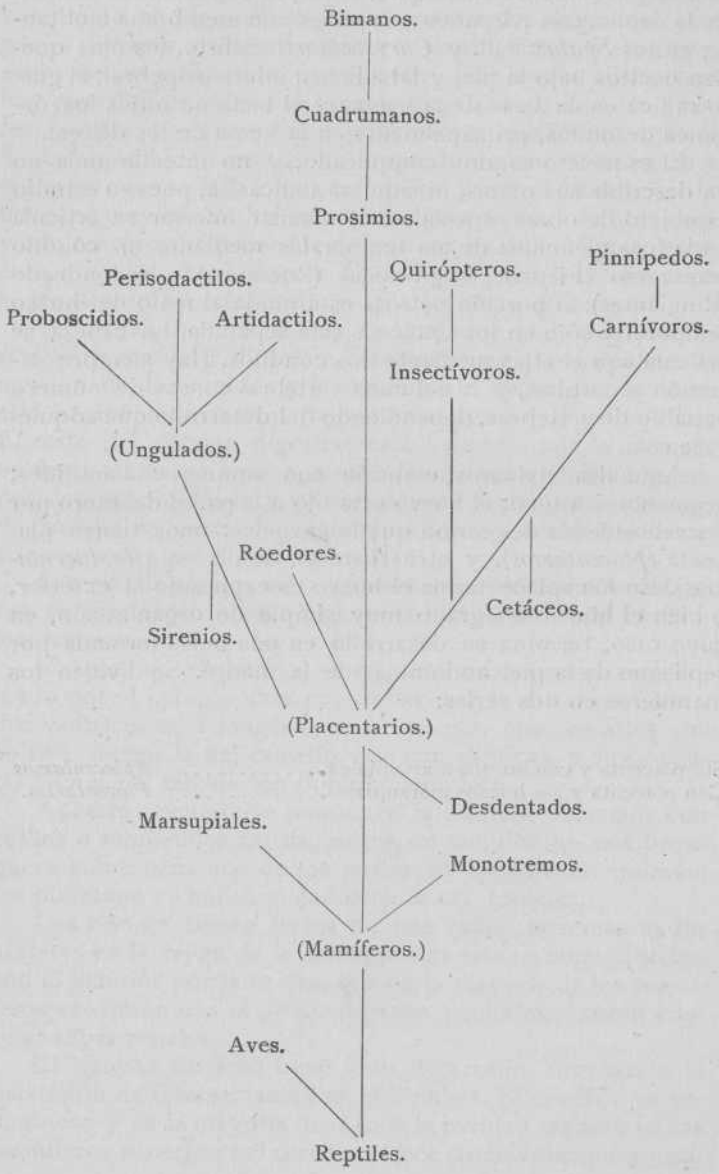
La fosas nasales separadas; el oído generalmente con pabellón y trompa de Eustaquio; los ojos son móviles dentro de la órbita, con párpados y rara vez con membrana nictitante; en los *Spalax* Pall. y *Chrysochloris* Schrb., los ojos quedan ocultos bajo la piel y falta la hendidura palpebral; el gusto radica en la base de la lengua y el tacto en todos los órganos desnudos, principalmente en la yema de los dedos.

El esqueleto es muy complicado, y no intentaremos no ya describir sus piezas, ni siquiera indicarlas, pues su estudio es objeto de obras especiales; el maxilar inferior se articula en la fosa glenoidea de los temporales mediante un cóndilo transverso (Fieras), longitudinal (Roedores) o redondeado (Rumiantes); la porción petrosa está unida al resto del hueso temporal y sólo en los Cetáceos está separada. La cabeza se articula con el atlas mediante dos cóndilos. Hay siempre esternón y costillas, y la columna vertebral consta de número variable de vértebras, dependiendo del desarrollo que adquiera la cola.

Animales vivíparos; embrión con amnios y alantoides; segmentación total; el huevo está fijo a la pared del útero por las vellosidades del corion que le envuelve; unos tienen placenta *(placentarios)*, y otros carecen de placenta *(aplacentarios)*. En los aplacentarios el huevo es expulsado al exterior, o bien el hijuelo en grado muy simple de organización, en cuyo caso, termina su desarrollo en una bolsa formada por repliegue de la piel abdominal de la madre. Se dividen los mamíferos en dos series:

Sin placenta y con huesos marsupiales..... *Aplacentarios*
Con placenta y sin huesos marsupiales..... *Placentarios.*

ARBOL GENEALÓGICO DE LOS MAMÍFEROS



SERIE PLACENTARIOS

(MONODELFOS)

A la serie o subclase de los Placentarios o Monodelfos corresponden los mamíferos más comunes y que más ventajas reportan al hombre.

Se divide en los siguientes órdenes:

- Con extremidades torácicas y abdominales.
  - Unguiculados.
    - Dentición completa.
      - Con manos.
        - En las cuatro extremidades:
          - Mamas pectorales y ventrales — *Prosimios.*
          - Sólo mamas pectorales — *Cuadrumanos.*
        - Sólo en las extremidades torácicas — *Bimanos.*
      - Sin manos.
        - Extremidades dispuestas para la progresión en tierra:
          - Molares anteriores comprimidos — *Carnívoros.*
          - Molares anteriores erizados de puntas cónicas — *Insectívoros.*
        - Extremidades torácicas dispuestas para volar — *Quirópteros.*
        - Extremidades cortas y anchas, dispuestas para la natación — *Pinnípedos.*
    - Dentición incompleta:
      - Sin incisivos — *Desdentados.*
      - Con incisivos y sin caninos — *Roedores.*
  - Ungulados.
    - Los músculos propios de la nariz forman una trompa prensil — *Proboscidios.*
    - Sin trompa prensil:
      - Dos incisivos en la mandíbula inferior — *Hiracoideos.*
      - Más dedos incisivos en la mandíbula inferior:
        - Dedos en número impar — *Perisodáctilos.*
        - Dedos en número par — *Artidáctilos.*
- Sin extremidades abdominales:
  - Molares, si existen, cónicos — *Cetáceos.*
  - Molares con corona plana — *Sirenios.*

CETACEOS

Toda la organización de estos animales está dispuesta para vivir en el agua. Tienen el cuerpo pisciforme, no revestido de pelos, con las extremidades torácicas transformadas en aletas dispuestas para la natación, sin extremidades abdominales y con una aleta caudal horizontal.

Algunas especies alcanzan una talla colosal, no comparable con ningún otro mamífero, lo que sólo podemos explicarlo sabiendo la vida acuática de los cetáceos, pues sólo en el agua pueden moverse aquellas inmensas moles vivas. No existe cuello visible al exterior, y la cabeza está directamente unida al cuerpo.

Para evitar la irradiación del calor e impedir la maceración de los tejidos, hay debajo de la dermis y en el tejido celular subcutáneo una gran capa adiposa, de tejido graso, disminuyéndose así notablemente el peso específico del cuerpo. La cabeza es alargada, unas veces proporcionada al cuerpo *(delfines,* etc.), y otras enormemente grande, llamándose en este caso *macrocéfalos (cachalotes, ballenas).*

En algunas especies *(delfines, yubarta,* etc.) hay una aleta dorsal adiposa. Ventanas nasales situadas en la frente; ojos muy pequeños, y tienen el cristalino esférico; falta el pabellón de la oreja.

Los pulmones son grandes y se extienden muy hacia atrás, lo que hace recordar a la vejiga natatoria de los peces.

Los huesos del esqueleto son de tejido laxo, de gruesa malla e impregnado de líquido graso; los parietales se sueldan constituyendo un solo hueso; intermaxiiares muy desarrollados, a lo que es debido que las fosas nasales estén separadas del cráneo; la porción petrosa del temporal queda formando un hueso independiente.

Las mandíbulas pueden tener dientes cónicos para retener la presa *(delfines,* etc.), con sólo dientes en el maxilar inferior *(cachalote)*, o carecer de dientes en las dos mandíbulas (*ballena*), aunque en su lugar hay unas láminas córneas implantadas a los lados del paladar, destinadas a tamizar el agua, reteniendo los animales que constituyen la substancia alimenticia.

El encéfalo poco voluminoso, pero con circunvoluciones bien manifiestas; no hay nervios olfatorios.

Se ha dicho antiguamente que los cetáceos lanzaban chorros de agua por las fosas nasales; hoy está demostrado que no es un surtidor de agua, sino un chorro de vapor acuoso espirado.

Las hembras de los grandes cetáceos paren sólo un hijo; glándulas mamarias inguinales; placenta difusa.

Comprende las siguientes familias:

Con dientes...	En las dos mandíbulas.....	*Delfínidos.*
	Sólo en la mandíbula inferior.....	*Fisetéridos.*
Sin dientes.....		*Balénidos.*

Delfínidos.—Son los cetáceos de cabeza proporcionada, los llamados antes *microcéfalos;* ambas mandíbulas provistas de dientes cónicos; fosas nasales con un solo orificio en forma de media luna.

Corresponde a la familia el *Delphinus delphis* L. o *delfín,* tan frecuente en nuestras costas; la *marsopa (Phocæna communis* Less.) es también común hasta en las rías y como aquélla ostenta una aleta dorsal adiposa. El género *Monodon* L. se distingue por tener dos dientes en el maxilar superior dirigidos hacia adelante, de los cuales uno queda casi atrofiado, y el otro, en los machos, se desarrolla mucho, aparece como retorcido y constituye una gran defensa; habita en los mares del Norte el *unicornio* o *narval (Monodon monocerus* L.).

Fiseteridos. — Macrocéfalos; es decir, con la cabeza enorme, muy desarrollada, alcanzando el tercio de la longitud total del cuerpo; maxilar inferior con dientes cónicos y agujeros correspondientes en el maxilar superior para alojar los dientes cuando se cierra la boca. La longitud del cuerpo es de veinte a veintitantos metros.

Physeter L.—Una aleta dorsal adiposa; cabeza más ancha que alta; una cresta ósea a cada lado de la superficie del cráneo. Vive en el Océano europeo y en el Mediterráneo el *Physeter tursio* L., conocido en las costas de España con el nombre de *pez mular;* la longitud de este cetáceo llega a veces a exceder de veinte metros.

Cotodon Gray.—Sin aleta dorsal adiposa; cabeza más alta que ancha y truncada por delante; abertura nasal en la parte anterior y superior del hocico. La especie importante del género es el *Cotodon macrocephalus* Lac. o *cachalote;* exteriormente se parece a las ballenas, pero se distingue fácilmente, además de tener dientes en el maxilar inferior, por estar truncada la cabeza verticalmente; el maxilar inferior es estrecho y corto y está provisto de 20 a 30 dientes cónicos. En la cabeza, debajo de la piel, hay gran número de cavidades comunicantes que encierran un líquido graso, que por enfriamiento deposita la *cetina* o *esperma de ballena.* En el intestino del cachalote se reúne una materia concrecionada y olorosa que recibe el nombre de *ámbar gris;* las dos substancias indicadas serán objeto de estudio especial. Se encuentra en todos los mares, principalmente en el del Norte.

Ambar gris.—Es el *ámbar gris* una substancia concrecionada, cálculos intestinales formados en el recto del cachalote.

Muchas fueron las teorías emitidas para explicar el origen del ámbar gris; Rhasis y Avicena creyeron era una substancia balsámica formada en las rocas del mar; Fernández Ló-

pez cree sea el excremento de aves marinas alimentadas con plantas aromáticas; Lemery y otros creían fuesen panales de abejas establecidas en las rocas costeras de los mares de la India, transformados por el sol, el agua del mar y agentes atmosféricos; Virey supone sea una materia resultante de la descomposición de pulpos olorosos; por último, se llegó a saber que el ámbar gris es lo que al comienzo hemos dicho: cálculos intestinales formados en el recto de los cachalotes.

Caracteres generales.—Masas concrecionadas de tamaño variable, pues llegan a veces a pesar hasta 100 kilogramos; están formadas por capas concéntricas, por un conglomerado de cristales aciculares, a los que Pelletier y Caventon denominaron *ambreína* o *ambarino*, substancia muy parecida a la *colesterina;* en la fractura se notan algunos puntos amarillos y la masa está recubierta de un polvo blanquecino. Olor suave y aromático que se hace más fuerte cuando se frota la substancia entre los dedos. Se ablanda por el calor, arde con llama blanca, se liquida a los 60° o 62°, volatilizándose a los 100° c., y se transforma por enfriamiento de una masa transparente.

Insoluble en el agua; el alcohol hirviendo le disuelve en parte, abandonando por enfriamiento unos cristales aciculares que son de *ambarino.*

El análisis hecho por Bouillon Lagrange es el siguiente:

Ambarino	20,16
Resina	11,67
Acido benzoico	4,25
Materia carbonosa (?)	2,12

En el ámbar gris se encuentran, además, salen inorgánicas, restos de materias fecales, conchas de cefalópodos, etcétera, etc.

Formas comerciales y falsificaciones.—El principal comercio del ámbar gris se hace en Boston, India, Madagascar y Brasil, y el precio es tan elevado que, según citan algunos autores, hay suertes que llegan a pagarse hasta cinco y seis mil francos por kilo; como es natural, las suertes comerciales dependen de la bondad del producto, grado de desecación y aspecto exterior; hay ámbar gris con manchas negras y amarillas, mostrando estos colores las diversas capas de concreción; el ámbar de color homogéneo es sospechoso.

Varias son las falsificaciones que se hacen con el ámbar gris, lo que es natural suponer teniendo, como tiene el producto, un precio excesivamente elevado. Una de las falsifica-

ciones más frecuentes es quitarle en parte el ambarino por el alcohol hirviendo; el olor del ámbar queda muy amortiguado y el aspecto muy distinto.

Suelen mezclarlo con cera, benjuí, estoraque y otras substancias olorosas; la falsificación se reconoce porque el alcohol disolverá una gran cantidad de materia y por enfriamiento depositará, además del ambarino si existe, fuerte proporción de substancia informe, o por lo menos de aspecto muy distinto al del ambarino. Cuando el producto falsificado se queme desprenderá olor propio de la substancia falsificante. El aspecto, estructura, fractura y color cambian notablemente cuando al producto se agregan materias fraudulentas.

Usos.—La principal importancia del ámbar gris, y por lo que se sostiene el comercio del producto, es por su uso en perfumería, empleándolo mucho los orientales. En medicina se usa muy poco, como excitante antiespasmódico y afrodisíaco.

Cetina.—La *cetina,* llamada también *esperma de ballena* y *espermaceti,* es una substancia sólida, disuelta en el aceite graso que ocupa las grandes cavidades craneales del cachalote y a las cuales ya nos hemos referido en sitio oportuno; la disolución de la cetina en el aceite está mantenida por la temperatura fisiológica del animal.

Preparación.—Una vez cazado el cachalote, le abren el cráneo por la parte superior, y con vasijas especiales o inclinándole la cabeza extraen toda aquella inmensidad de materia grasa líquida que ocupa la cavidad craneal. Ese aceite, dispuesto en toneles, naturalmente va precipitando gran cantidad de materia escamosa, sólida y blanca, que es la *cetina;* recogida la materia precipitada por decantación, se exprime entre sacos de tela, se lava con débil lejía de potasa, y luego se funde, dejándola solidificar por reposo.

La cetina así obtenida constituye una excelente suerte comercial y tiene aspecto muy bueno.

Caracteres generales.—La cetina obtenida por el procedimiento indicado se presenta en masas de color blanco puro, aspecto cristalino escamoso y brillo nacarado; algo untuosa al tacto, insípida e inodora; densidad, 0,943; fusible a los 49° c. Insoluble en el agua; soluble en el alcohol caliente, en los aceites y en el éter etílico. Se pulveriza con facilidad mezclándola antes con unas gotas de alcohol etílico.

Si la consideramos químicamente, es una mezcla de éteres etálicos, dominando, entre todos ellos, el *éter etalpalmítico.* Calentada con lejía fuerte de potasa, se descompone, formándose palmitato potásico y alcohol cetílico o etálico,

que queda en libertad; como se ve, la descomposición de la cetina por la lejía fuerte de potasa, auxiliada por el calor, es verdaderamente una saponificación.

Si la preparación de la cetina no fué muy esmerada, suele estar acompañada de éteres esteáricos, palmitina, oleína, etcétera, y demás componentes del aceite de cachalote.

Suertes comerciales.—En el comercio se conocen tres formas comerciales, que son:

1.ª *Cetina francesa.*—Grandes panes de cetina, que pesan de 15 a 20 kilos; color blanco puro; brillo nacarado y estructura escamosa; hay formas de calidad inferior, con ligero color amarillento.

2.ª *Cetina americana.*—En panes redondeados o irregulares; color blanco o amarillento, y a veces con olor a rancio; por lo general es suerte de malas condiciones.

3.ª *Cetina inglesa.*—Masas cónicas truncadas, a veces de aspecto muy bueno, o con ligero color amarillento.

Falsificaciones.—La esperma de ballena se falsifica con mucha frecuencia, debido al elevado precio del producto y a no ser, relativamente, muy abundante en el comercio. Suele mezclársela con ácido esteárico, sebo, ácido margárico, etcétera; la adición de tales substancias hace cambiar el punto de fusión de la cetina, y sobre todo la estructura escamosa desaparece; cuando la falsificación fué hecha con sebo, al quemarla desprende olor repugnante, característico de esta substancia.

Una falsificación frecuente es mezclar partes iguales de cetina y *alipocina* o grasa de los cadáveres; la forma y estructura cambian poco, y hay que recurrir a procedimientos químicos para poner de manifiesto la adulteración; calentada en un tubo de ensayo con potasa u óxido cálcico, si hay alipocina, se desprende amoníaco, reconocible por sus caracteres especiales y por el olor.

Usos.—Se emplea en la industria para la preparación de bujías, aunque éstas son muy raras en el comercio. En Farmacia se usa para la preparación de pomadas, ceratos, etc., formando parte del llamado *cold cream*, comunicando a los preparados una blancura y aspecto muy agradables.

Familia Balénidos.—Cetáceos de enorme cabeza *(macrocéfalos)*, con los maxilares desprovistos de dientes; dos fosas nasales y ojos pequeños, colocados próximo a los ángulos de la boca. En la bóveda palatina y en el maxilar superior hay dos filas convergentes de láminas córneas, como deshilachadas en el borde libre *(barbas de la ballena)*; ya hemos dicho que constituyen una especie de criba que retiene las materias

alimenticias. Esófago estrecho. Animales marinos que se alimentan de inmensa cantidad de animalillos, moluscos, peces, medusas, etc.

Balœnoptera Gray.—Hocico bastante largo; aleta dorsal adiposa elevada; parte ventral con gran número de surcos longitudinales. La *Balœnoptera rostrata* Fabr. vive en el mar del Norte.

Balœna L.—Hocico combado; sin aleta dorsal adiposa y sin surcos longitudinales en la parte ventral. Corresponde al género la *Balœna mysticetus* L., o sea la ballena común, que se encuentra en los mares polares y en el Océano; llega a veces a tener hasta 30 metros de longitud, y por término medio cada una de ellas rinde 25.000 kilos de aceite.

PERISODACTILOS

Cuerpo casi siempre pesado, con las cuatro extremidades bien desarrolladas y terminadas por dedos en número impar; los dedos están protegidos por pezuñas, y uno de ellos, el medio, está visiblemente más desarrollado que los otros.

La piel es fuerte y está con frecuencia protegida por pelos ásperos y rígidos.

La dentición es completa; no obstante, en algunas especies los caninos están poco desarrollados, y aun pueden faltar; los molares están provistos de tubérculos, o el esmalte produce repliegues. Animales herbívoros.

Los perisodáctilos pueden dividirse en las tres familias siguientes:

Cuatro dedos en las extremidades torácicas y tres en las abdominales.....	*Tapíridos.*
Tres dedos en las cuatro extremidades.....	*Rinocéridos.*
Un dedo en las extremidades torácicas y uno en las abdominales.....	*Equidos.*

Tapíridos.—A más de los caracteres indicados en el cuadro anterior, se diferencian por ser animales de mediano tamaño, con el hocico prolongado formando una corta trompa; reciben el nombre vulgar de *tapires*. El *Tapirus indicus* Desm. vive en las regiones tropicales de la India, y el *T. americanus* L. en la tropical de América.

Rinocéridos.—Grandes mamíferos con la piel gruesa y rugosa, y aspecto pesado; tres dedos en las extremidades to-

rácicas y tres en las abdominales. Son característicos por tener uno o dos cuernos en la línea media de la nariz; animales forzudos y feroces, que viven en los bosques de Africa y en los asiáticos. El *Rhinoceros indicus* Cuv. es unicornio y el *R. africanus* Camp. está provisto de dos cuernos, uno delante del otro y en la línea media.

Equidos.—Reciben también el nombre de *Solípedos*, porque las formas vivientes están provistas sólo de un dedo en cada extremidad.

Algunas especies fósiles, como el *Hipparion* Christol y *Anchitherium* H. v. M., tienen los pies tridáctilos, con el dedo medio mucho más desarrollado que los laterales, tanto que sólo el medio era el que apoyaban en tierra durante la progresión.

Dentición completa y con diastemas; seis molares a cada lado de las mandíbulas, en las especies vivas, y siete molares en las fósiles.

Mamas inguinales; las hembras paren sólo un hijuelo.

Equus L.—Un solo dedo en las patas; rudimentos de metatarsianos; diez y ocho vértebras dorsales. Al género mencionado corresponde el *caballo*, *Equus Caballus* L., de forma esbelta y bien proporcionada; cabeza flaca, con ojos grandes y vivos, orejas pequeñas y erguidas, flequillo bien desarrollado; cuello largo, comprimido lateralmente, y provisto de densa crin; cuerpo recogido; patas largas y finas, y cola con largas crines desde la base. Es el caballo uno de los animales que más beneficios presta al hombre: es originario de la Tartaria y aun allí se encuentran individuos en estado salvaje.

Desde el punto de vista farmacéutico es de gran importancia. La sueroterapia es, puede decirse, la ciencia del suero normal y sueros medicinales obtenidos del caballo. Es la sangre del caballo excelente medio para producir los anticuerpos o antitoxinas mediante inyecciones de microorganismos patógenos. Los caballos jóvenes, sanos y briosos son los preferidos en la obtención de los sueros medicinales; mucho influye la bondad y selección del cultivo de los microorganismos en el mérito de los sueros, pero no interesa menos las condiciones de sanidad y fortaleza del caballo.

Otra especie muy importante y vulgar es el *Equus Asinus* L. o asno, para el que algunos constituyen un subgénero (*Asinus* Gray.). Del cruce del caballo con el asno resulta una forma híbrida, o sean los *mulos*, que también prestan gran servicio al hombre como animales de tiro y carga. La leche de burra es muy usada en las convalecencias, y da excelentes resulta los su empleo.

También corresponde a esta familia la *zebra, Equus (Hippotigris) Zebra* L., especie indomesticable de Africa.

ARTIDÁCTILOS

Mamíferos ungulados; patas terminadas por dedos en número par, de los cuales los dos medios son iguales, que son los que principalmente sostienen el cuerpo del animal. Dentición completa o incompleta; pero con los molares provistos de repliegues del esmalte.

Comprenden dos subórdenes:

Dentición completa; estómago sencillo; metatarsianos de los dedos medios no soldados	*Artidáctilos paquidermos.*
Dentición incompleta; estómago complicado; metatarsianos reunidos en un hueso común	*Rumiantes.*

Paquidermos.—Las dos familias más notables son las siguientes:

Con cuatro dedos, que apoyan en el suelo durante la progresión; hocico romo, sin prominencia superior	*Hipopotámidos.*
De los cuatro dedos, sólo apoyan en el suelo los dos centrales; hocico con reborde superior a modo de media luna	*Suídidos.*

Familia Suídidos.—Animales de talla mediana, frecuentemente con las partas cortas y terminadas por cuatro dedos ungulados, de los cuales sólo los dos centrales apoyan en el suelo durante la progresión. Cuerpo recogido y fuerte, provisto de pelos ásperos y cerdosos. Cabeza prolongada en un hocico que tiene en la parte superior un reborde semilunar que recibe el nombre de jeta, muy fuerte y musculoso, y con el que remueven la tierra buscando la materia alimenticia. Dentición completa, no obstante presentar en las mandíbulas espacios vacíos o diastemas; los incisivos, en número de cuatro a seis, son oblicuos; caninos bien desarrollados, saliendo a veces fuera de la boca, constituyendo poderosas armas ofensivas y defensivas; de cinco a siete molares cónicos o con corona plana y provistos de tubérculos salientes.

Especies casi todas ellas omnívoras, que viven en legiones en los países cálidos y templados de ambos continentes, prefiriendo los parajes húmedos y cenagosos.

Porcus Wagl.—Cuerpo relativamente esbelto, con caninos superiores grandes y elevados; cuatro incisivos en la mandíbula superior. Vive en las Molucas el *Porcus Babyrussa* L. o babirusa.

Sus L.—Cuerpo pesado y poco airoso; caninos superiores bien desarrollados, cruzándose a veces los opuestos por arriba del hocico; seis incisivos en la mandíbula superior. La especie más importante es el *Sus scropha* L. (*S. europæus* Pallas) o cerdo doméstico, encontrándose salvaje (*jabalí*) en los bosques y matorrales de muchas provincias españolas, principalmente en Extremadura, donde no es raro el cruce entre el jabalí y el cerdo doméstico.

Según Nathusius, los cerdos domésticos proceden, unos, del *Sus europæus*, y otros, del *Sus indicus*.

La fórmula dentaria del cerdo, a cada lado de la mandíbula, es la siguiente:

$$i\,\frac{3}{3},\quad c\,\frac{1}{1},\quad pm\,\frac{3}{3},\quad m\,\frac{3}{3}.$$

El *cerdo*, cuya descripción omitimos por demasiado vulgar, es un animal de gran interés para el hombre, proporcionándole un alimento muy generalizado y sus carnes deben ser tomadas en las condiciones que la higiene prescribe.

No debe olvidarse que con la carne de cerdo adquiere el hombre varios parásitos, siendo los más interesantes la *triquina* y la *tenia*.

Manteca de cerdo.—*Manteca, grasa de cerdo.*—Es la materia grasa obtenida de las pellas o tejido adiposo que rodea los riñones del cerdo.

Preparación.—Sacadas las pellas del cerdo, y una vez desecadas espontáneamente, se cortan en pedazos de tamaño prudencial, se colocan en baño de maría o empleando un calor muy moderado, con objeto de que la grasa por liquidación se separe de la malla donde estaba encerrada, formando ésta lo que vulgarmente se llaman *chicharrones*. La materia fundida se filtra por tela, dejándola luego solidificar en reposo.

Puede también prepararse echando las pellas, lavadas y cortadas, en agua hirviendo; la grasa se separa de las pellas y luego se obtiene por decantación.

Caracteres.—Sólida, blanda, con ligero olor y sabor agradables; blanca nívea y lustre craso. Fusible entre 26° y 31°, generalmente a los 27° c.; densidad, 0,938. Insoluble en el agua, soluble en el alcohol hirviendo, más soluble en el éter etílico. En presencia de los agentes atmosféricos se descom-

pone enranciándose, adquiere reacción ácida, olor repugnante, sabor acre y color amarillento.

La manteca de cerdo, vista a poco aumento al microscopio, resulta una substancia muy refringente, pero de escasa diferenciación.

Según Braconnot, contiene:

Estearina	38 a 40	por 100
Oleína	60 a 62	—
Palmitina	0,3	—

Falsificaciones.—Para evitar falsificaciones, debe el farmacéutico obtenerla en su laboratorio.

La adición de sebo modifica notablemente el sabor y punto de fusión de la manteca. La fécula se reconoce fácilmente por la tintura de iodo, que la da color azul, y por el examen microscópico. Si se le agrega agua para aumentar el peso, formará gotitas visibles en la manteca. Es general que se agregue a la manteca sal común para evitar el enranciamiento; la manteca medicinal no ha de tener sal común; se reconoce colocando en un tubo de ensayo partes iguales de manteca y agua destilada, calentar luego la mezcla separando la manteca por decantación; en el líquido acuoso se reconocerá el cloruro sódico por el nitrato argéntico que producirá, en caso positivo, un precipitado blanco cuajoso soluble en el amoníaco.

Usos.—Tiene gran importancia en los usos domésticos. En Farmacia, principalmente, para preparar pomadas y otros medicamentos complejos de uso externo.

SUBORDEN RUMIANTES

Es uno de los grupos más naturales de los Mamíferos; la denominación de rumiantes estriba en el modo como hacen la definitiva masticación de los alimentos, fenómeno que se conoce con el nombre de *rumiación.*

El cuerpo es, por lo general, esbelto, y está protegido por pelos ásperos y rígidos; a veces son sedosos y lanudos. Patas terminadas por dos dedos próximamente iguales y protegidos por pezuñas.

Sistema dentario incompleto; carecen generalmente de incisivos en el maxilar superior; caninos poco desarrollados o nulos; casi siempre seis molares a cada lado de las mandíbulas, con rebordes semilunares formados por el esmalte. El

aparato digestivo es muy característico; el esófago es bastante musculoso y está formado por fibras que describen una espiral: unas van de derecha a izquierda, y otras viceversa, de izquierda a derecha. El estómago es complicado, constituído frecuentemente por cuatro cavidades, la primera muy voluminosa, llamada *panza* o *herbario*, que es como el depósito de los alimentos, y de cuya cámara vuelven a la boca para ser masticados (rumiación); la segunda cavidad es el *libro*, llamado así por la gran cantidad de repliegues salientes que presenta; comunicando con el esófago hay otra cavidad o depósito de líquidos, llamada *redecilla*, por los espacios exagonales que ofrece la mucosa; la cuarta cavidad, o *cuajar*, es, puede decirse, el verdadero estómago, puesto que en sus paredes es donde se encuentran las glándulas tubulosas pépsicas. El cuajar comunica por un agujero con el libro, y por otro con el intestino delgado.

Maxilar inferior articulado con la fosa glenoidea del temporal por un cóndilo redondeado, de modo que aquél puede moverse sobre el maxilar superior, como lo hacen las ruedas de un molino. No hay clavículas; metacarpo representado por un solo hueso.

Animales fitófagos repartidos por todo el mundo, abundando en los países cálidos del antiguo continente.

Comprenden varias familias:

- Dos incisivos en la mandíbula superior y seis en la inferior..... *Camélidos.*
- Sin incisivos en la mandíbula superior; en la inferior ocho.....
  - Machos y hembras sin cuernos... *Mósquidos.*
  - Con cuernos, por lo menos los individuos machos.....
    - Eminencias frontales no protegidas por la piel ni por ninguna producción dermoica y, por lo tanto, caducas..... *Cérvidos.*
    - Eminencias frontales protegidas por la piel..... *Camelopardálidos.*
    - Eminencias frontales protegidas por un estuche córneo..... *Bóvidos.*

BIBLIOTECA DEL INSTITUTO PROVINCIAL SORIA

FAMILIA MÓSQUIDOS

Rumiantes inermes de pequeña talla y forma ágil y esbelta. Patas posteriores más gruesas y desarrolladas que las abdominales, indicando tal disposición que son excelentes saltadores. Pezuñas internas de las patas anteriores más gruesas que las externas.

Carecen de incisivos en el maxilar superior; ocho incisivos inferiores. Caninos superiores, en los machos muy desarrollados, tanto que salen fuera de la boca. Seis molares a cada lado de las mandíbulas. Peroné y tibia separados.

Viven en las comarcas montañosas tropicales del antiguo continente reunidos en crecido número, excepción hecha de la época del celo.

TRAGULUS Briss.—Machos desprovistos de bolsa del almizcle; estómago de tres cavidades; placenta difusa. Son especies de este género el *Tragulus Javanicus* Pall., con la garganta algo desnuda, de Java, Sumatra y Borneo. El *Tragulus meminna* Erxl., con la garganta pelosa y cuerpo con manchas, de India y Ceilán.

MOSCHUS L.—Machos con bolsa del almizcle; estómago compuesto de cuatro cavidades; placenta cotiledonaria.

Se han descrito varias especies vivas del género *Moschus;* sin embargo, la mayoría de los autores coinciden en la opinión de no admitir más que una especie, el *M. moschiferus* L., considerando las descritas variedades de éstas.

MOSCHUS MOSCHIFERUS L.—*Almizclero, cabra del almizcle;* en China se le llama, entre otros nombres, *Heong cheong*. Animal de forma esbelta y elegante; tamaño, poco más o menos, como el de un cabrito; pelo áspero, con tinte diverso según la edad, más obscuro en los individuos adultos. Con mucha frecuencia, pues no es constante, tienen desde la garganta al pecho dos bandas blanquecinas bordeadas de color pardusco o negro. Cola muy pequeña; patas largas y delgadas, visiblemente más desarrolladas las abdominales, con espolones las anteriores y con las pezuñas internas más grandes que las externas. Tienen los machos en la línea media abdominal, entre el ombligo y el pene, una glándula (fig. 33) diferenciada al exterior, que es productora de la materia olorosa llamada *almizcle.*

Los machos tienen los caninos superiores muy desarrollados, tanto que salen fuera de la boca.

Especie muy ágil que salta con gran facilidad por entre

las quebradas rocas de las altas montañas del Asia central, desde la Siberia hasta el Tibet. La época del celo es en los meses de noviembre y diciembre. La planta que prefieren como alimento es el *Delfinium glaciale*, de las Ranunculáceas, planta con fuerte olor almizclado.

Almizcle.—Es la substancia aromática segregada por la glándula que existe entre el ombligo y el pene en los individuos machos del *Moschus moschiferus* L.

Glándula o bolsa del almizcle.—La magnitud y forma de la bolsa dependen de varias circunstancias, principalmente de

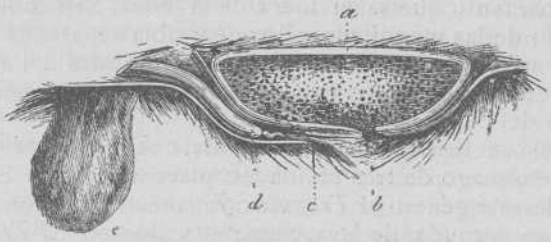


Fig. 33

a) bolsa del almizcle; *b*) orificio secretor; *c*) orificio sexual; *d*) pene; *e*) escroto.

la edad del animal. Son unas bolsas redondeadas u ovoideas, cubiertas por la piel del animal; tal como se presentan en el comercio es ya muy difícil descubrir su completa organización; sin embargo, aparecen coriáceas, rugosas y con forma parecida a la de un casquete esférico o algún tanto alargadas. La parte convexa está provista de pelos leonados, cortos en toda la superficie marginal, y más largos y obscuros hacia el centro, arremolinándose sobre un orificio capilar central o sensiblemente excéntrico, que es la abertura del aparato excretor. Las cerdas o pelos mencionados corresponden a la piel, puesto que ella recubre a la glándula en toda la extensión de la superficie curvilínea. La otra superficie externa de la bolsa, o parte aplanada, carece de piel y, por lo mismo, de pelos; por esta parte se adosa a la pared abdominal del almizclero. El almizcle está solidificado en la bolsa.

Según Pereira, la bolsa está constituída por tres membranas o envolturas, a las que denomina: la más externa, colocada inmediatamente después de la piel, con numerosas depresiones interiores, es la *envoltura fibrosa;* sigue la *envoltura nacarada*, de poco espesor y color blanquecino; la capa interna, epitélica, está constituída por dos envolturas: una externa, blanquecina, y otra interna, rojiza. En la pared interna de la

bolsa se ven multitud de repliegues con *folículos* encargados de la secreción del almizcle.

Histología de la glándula (fig. 34).—Hemos intentado el estudio histológico completo de la bolsa del almizcle; los ejemplares de que disponíamos secundaban poco nuestro deseo, por lo cual haremos mención de observaciones propias

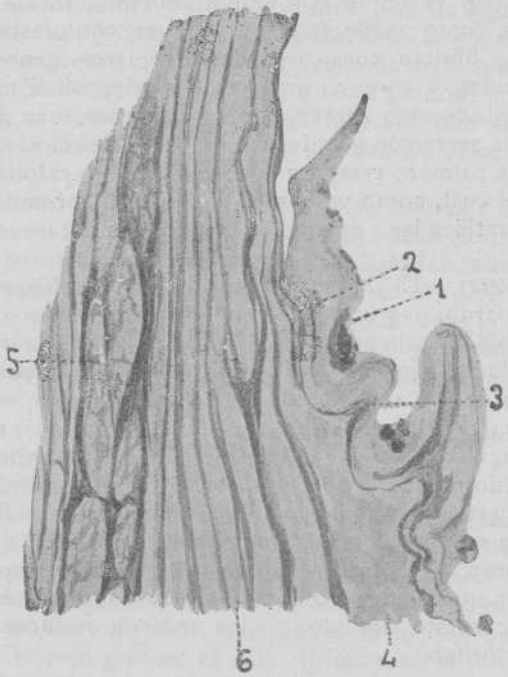


Fig. 34

y de otras tomadas de la obra de Beauregard, ya citada en otras ocasiones.

Para obtener regulares preparaciones es conveniente dar cortes transversales a la pared de la bolsa, no muy lejos del orificio secretor. Obtenidos los cortes y teñidos con el picrocarmín, se ve al microscopio lo siguiente: un tejido muscular externo (5) bien diferenciado, que corresponde a las capas profundas de la piel; en medio de la pared glandular se observa una gran masa de tejido conjuntivo con fibras alargadas, la mayoría de ellas anastomoseadas (6), limitado exteriormente por el tejido muscular e interiormente por el epitelio;

hay una zona poco diferenciada (4), próxima al epitelio interno, y limitada por dentro por repliegues epiteliales; Beauregard supone que esta zona pudiera estar formada por una reunión de masas epiteliales que recuerdan las glándulas, aunque no presenta ni reservorios ni conductos excretores. Más hacia adentro se ve un epitelio (2) formando láminas estratificadas y con ondulaciones bien patentes. El epitelio interno, en unión con el tejido conjuntivo próximo, forma grandes repliegues, como puede verse en la figura, con crestas salientes (3) que limitan unas cavidades alveolares, generalmente bien definidas, y en cuyo interior (1) se depositan masas informes y obscuras o ligeramente amarillentas, que son producto de la secreción glandular; es decir, almizcle.

Lo que primero resalta a la vista es la gran exfoliación del epitelio, el cual, como ya hemos dicho, está formado por láminas estratificadas, separadas unas de las otras en ciertos sitios.

Caracteres.—El almizcle, separado de la bolsa, es sólido, granoso, pardo, negruzco y olor fuerte característico, bastante agradable cuando está muy difundido. El ácido cianhídrico quita el olor al almizcle; no obstante, vuelve a aparecer tan luego deja de actuar el ácido; ciertos compuestos antimoniales quitan o modifican el olor del almizcle. Soluble, en parte, en el agua, alcohol y éter. La disolución acuosa es descolorada con ácido nítrico, y con el acetato de plomo produce precipitado pardusco. El alcohol de 40°, actuando en caliente, disuelve la substancia odorífera del almizcle.

El almizcle es, naturalmente, substancia complejísima; entre otras substancias, contiene colesterina, grasa, ácido láctico libre, lactato amónico y una materia resinosa amarga que es odorífera.

Suertes comerciales.—El almizcle se presenta en el comercio bajo dos formas bien distintas: o en la bolsa productora, o fuera de ella, en granos, con los caracteres anteriormente citados si es puro, pero más frecuentemente falsificados, con aspecto de sangre desecada, mezclado con pelos y hasta con arena y substancias metálicas agregadas con fines fraudulentos. Las principales suertes comerciales de *almizcle en bolsas* son las siguientes:

1.ª *Almizcle Tonkino.*—Recogido en el Tonkín (Asia Menor), haciéndose el comercio por el puerto de Cantón. Bolsas redondeadas, abultadas en el centro, con gran cantidad de pelos en el borde interno del orificio excretor. La cara convexa está provista de escasos pelos blanquecinos, más largos y leonados alrededor del agujero; tamaño como un pequeño

huevo de gallina. El almizcle es sólido y de aspecto ferruginoso; soluble en gran parte en el agua. Calentado con potasa desprende notable cantidad de amoníaco. Es una de las suertes comerciales de mejor calidad, pagándose el kilo de dos mil a tres mil francos.

2.ª *Almizcle de China.*—Se hace el comercio en la ciudad de Nankín. Las bolsas están envueltas en papel, sobre el que hay inscripciones y dibujos chinos. Son de figura redondeada, elíptica y con pelos leonados, más largos alrededor del poro excretor, donde forman remolinos y son bastante obscuros. El almizcle es pastoso, a veces granoso cuando fué desecado; en el primer caso tiene marcado olor amoniacal, indicando la descomposición de la substancia. Color grisáceo, sabor amargo y desagradable.

3.ª *Almizcle Cabardino (Almizcle de Siberia y Tartaria).* Recogido en los montes del Altai. Las bolsas son como un huevo de paloma; alargadas elípticas, aplastadas; la cara superior es coriácea y la inferior está provista de gran cantidad de pelos blanquecinos y lustrosos, arremolinados junto al orificio. El almizcle es granoso, duro, áspero y de color rojizo; olor de almizcle, no amoniacal, y aun calentado con la potasa desprende poco amoníaco.

Todas las demás variedades indicadas en las obras, como son el almizcle de *Birmania, Assam*, etc., pueden referirse a las tres suertes indicadas.

Falsificaciones.—Como el almizcle es una substancia muy cara, las adulteraciones son frecuentes. Cuando las bolsas están cerradas y tienen buen aspecto, no hay temor a fraude; pero es general que las bolsas estén abiertas o que el almizcle lo presenten fuera de ellas, constituyendo lo que hemos llamado almizcle en granos; en este último caso la falsificación es un hecho.

Las buenas falsificaciones son difíciles de poner de manifiesto; pero por lo general el fraude no puede ser más grosero. Suelen abrir las bolsas por la cara aplanada, extraen el almizcle y en su lugar colocan arena, sangre desecada, resinas, etc., etc., que, naturalmente, adquieren allí el olor del almizcle; suelen colocar hasta papel grisáceo obscuro que imite las capas interiores de la bolsa, lo que no dejan de hacer con gran destreza y habilidad.

Para reconocer el fraude deben abrirse las bolsas sospechosas y analizar el contenido o analizar el almizcle en grano cuando en tal estado nos lo presenta el comercio: 1.° Frotado entre dos vidrios no debe rayarlos *(ausencia de arena)*. 2.° El plomo, hierro y otras substancias metálicas agregadas para

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

aumentar el peso, se reconocen por procedimientos químicos o triturando el almizcle en un mortero para que aparezca el brillo de los metales. Wolff aplica los rayos Roentgen para decidir la presencia de metales, pero basta la acción de los reactivos químicos para descubrirlos. 3.° La presencia de sangre, resinas, bálsamos, se reconoce por el olor que desprenden al quemarse y por la gran cantidad de carbón que dejan. 4.° Hay almizcle muy húmedo, con fuerte olor amoniacal, que debe desecharse. Las bolsas artificiales de almizcle, por bien imitadas que estén, se diferencian notablemente de las legítimas.

Almizcle artificial.—Con los progresos crecientes de la química orgánica se han llegado a preparar substancias olorosas que recuerdan el olor del almizcle natural, a veces tan parecido que es muy difícil diferenciarlo. La inmensa mayoría de las substancias y preparados odoríferos almizclados usados en perfumería, están hechos con almizcles artificiales. No es de este libro tratar de ellos, y sí sólo indicaremos que uno de los almizcles artificiales más usados es el de M. Baur, o sea el derivado trinitrado del metaisobutiltolueno.

Usos.—Además de las aplicaciones en perfumería, hoy bastante limitadas, tiene uso en Farmacia para la preparación de tinturas, polvos, píldoras y otras confecciones, usadas en Medicina como excitantes y antiespasmódicas.

Familia Cérvidos.—Cuerpo esbelto; patas posteriores más desarrolladas que las anteriores. Los machos presentan eminencias frontales ramificadas, llamadas cuernas, caducas anualmente cuando se aproxima la época del celo; las hembras son inermes; sin embargo, la del *reno* tiene, como el macho, eminencias frontales. En un principio las cuernas están cubiertas por la piel, pero con el desarrollo, la piel se rompe, y las eminencias frontales salen al exterior, produciendo número diverso de ramificaciones *(candiles)*, según la edad del animal. La caída de las cuernas es debida a la formación de un anillo tuberculoso básico que, comprimiendo los vasos, impide la nutrición del hueso.

Carecen constantemente de incisivos superiores; ocho incisivos en el maxilar inferior; seis molares a cada lado de las mandíbulas. Estómago con cuatro cavidades. Animales tímidos, que habitan en las selvas.

Alces H. Smt.—Cuernas grandes, palmeadas en la parte superior y sin candiles en la base. Hocico muy ancho. Una especie notable en la gran bestia *(Alces palmatus* Klein.), de mucha talla en comparación con la mayoría de las especies de la familia; vive en el N. de Europa y América. La pezuña

de la pata izquierda se empleó como amuleto contra los ataques epilépticos, y se la conocía con el nombre de *uña de la gran bestia.*

Rangifer H. Smt.—Machos y hembras con cuernas palmeadas en la terminación y con candil en la base. Hocico cubierto por completo de pelos. El *Rangifer tarandus* L., rengífero o reno, vive en los países boreales de ambos hemisferios. Se alimenta principalmente de líquenes *(Cladonia rangiferina* Hoffm.), y es animal muy útil para los de las regiones polares, pues reducido a domesticidad, proporciona leche, carne, pieles, siendo además animal de carga y tiro.

Dama H. Smt.—Cuernas redondeadas por abajo, ensanchadas y con candiles en la terminación. Pezuñas triangulares. Piel manchada en el verano. El *Dama vulgaris* Brook. es el gamo o paleto, que se encuentra en varios puntos de España.

Capreolus Gray.—Cuernas pequeñas, cilíndricas y bifurcadas en la punta. Carecen de cola. El corzo, que es el *Capreolus europæus* Broock., es una de las especies más pequeñas de la familia, próximamente como la cabra, y se encuentra en el Centro y Mediodía de Europa, no siendo raro en España, sobre todo en la región central.

Cervus L.—Cuernas cilindráceas, frecuentemente ramificadas y con candil básico. Hocico desnudo y tarsos con pinceles o mechones de pelos. La especie más notable e interesante es el *Cervus elaphus* L., conocido vulgarmente con los nombres de *ciervo* y *venado*, frecuente en varias provincias españolas, sobre todo en la región central de las provincias extremeñas. En Farmacia tienen interés las cuernas del ciervo, y antiguamente se usó el *hueso del corazón de ciervo*, o sea la aorta osificada.

Cuerno de ciervo.—Con el nombre impropio de cuerno de ciervo se conocen las eminencias frontales del ciervo; no son cuernos, porque no están protegidos por estuches córneos.

Las cuernas del ciervo son siempre ramificadas, con mayor o menor número de candiles, según la edad del animal a quien corresponden, con un candil inferior curvilíneo, dirigido hacia adelante, y con anillo tuberculoso básico. La superficie es escabrosa estriada, lisa en el tercio anterior de los candiles y muy dura; estructura compacta; tenaces. Interiormente tienen color blanco o grisáceo, pardo-rojizo al exterior, menos en las partes terminales, que son blanquecinas y lustrosas. En las cuernas del ciervo no hay cavidades centrales medulares; es más: al microscopio jamás se descubren cé-

lulas grasas, ni las láminas óseas se disponen formando los sistemas de Havers, tan propios y característicos del tejido óseo, y que en los verdaderos huesos, como es sabido, contornean a los conductos, llamados también de Havers, por los cuales, siendo de regular tamaño, va una pequeña arteria, conteniendo, además, osteoblastos periféricos.

Composición química.—El cuerno de ciervo contiene, según análisis verificado por Merat:

Materia gelatígena	27
Fosfato cálcico	57,5
Carbonato cálcico	1
Agua y pérdida	14,5

Como se ve por el anterior análisis, no hay materia grasa, y así lo confirma el examen microscópico.

Formas comerciales.—En el comercio se presenta bajo tres formas, que son las siguientes:

1.° *En trozos,* pedazos cilindráceos, cortados transversalmente al eje mayor de la cuerna, o trozos astillosos pequeños, cuando fueron cortados longitudinalmente.

2.° *En rasuras,* o raspaduras de la cuerna, con color blanco y puntos grisáceos obscuros que corresponden a la superficie.

3.° *En polvo,* es la cuerna calcinada o no, reducida a polvo y con color blanco mate; a veces está en *trociscos.*

De las tres formas comerciales indicadas, la que ofrece más garantías es la primera, imposible de falsificar. Cuando está en rasuras o en polvo, frecuentemente tiene en mezcla rasuras o polvo de huesos; si el todo está calcinado, resulta poco menos que imposible distinguir el fraude; si no hubieran sufrido la calcinación, la presencia de materia grasa denunciaría la falsificación. De todo lo cual se deduce que el farmacéutico ha de adquirir siempre el cuerno de ciervo en pedazos, nunca en polvo ni rasuras.

Usos.—Con el cuerno de ciervo se preparaban antiguamente multitud de confecciones medicinales, hoy la mayoría completamente desterradas del uso. Tiene importancia en la actualidad para preparar el cocimiento blanco de Sydenham (cuerno de ciervo calcinado y levigado); las rasuras no calcinadas, para confeccionar caldos gelatinosos, exentos de materia grasa.

FAMILIA BÓVIDOS

Es, sin duda alguna, la familia Bóvidos la más interesante de los rumiantes, debido a estar muchos de ellos reducidos a la domesticidad y reportar al hombre grandes beneficios.

El carácter más esencial es el tener eminencias frontales protegidas por estuches córneos que forman los cuernos.

Especies polígamas que viven en grupos más o menos numerosos en los dos continentes, principalmente en África. Los géneros más notables son los siguientes:

Ovis L.—Cuernos triangulares, anillados oblicuamente y arrollados en espiral; dos mamas inguinales. La especie más importante es la oveja doméstica, *Ovis aries* L., con gran número de razas, esparcidas por todo el mundo; es de gran interés por proporcionar al hombre carne, leche, lana y productos opoterápicos. Es doblemente interesante, cuanto que en ciertas comarcas españolas los rebaños de ovejas constituyen la principal riqueza pecuaria.

Capra L.— Cuernos comprimidos lateralmente y dirigidos hacia atrás; mandíbula inferior con perilla o barba; dos mamas inguinales. La cabra doméstica es la *Capra hircus* L., que parece proceder de la *C. Ægagrus* Gm., de Persia, o de la *C. Falconeri* Wagn., de la India; como la oveja, la cabra doméstica está repartida por todo el mundo, siendo importante aun cuando muy dañina para la arboleda.

En España se conoce la cabra silvestre o montés (*Capra Pyrenaica victoriæ*), en Sierra de Gredos y Sierra Nevada; pero cada vez se encuentra en menor cantidad, y es probable que, al menos en Gredos, desaparezca pronto, por la activa persecución de que es objeto (1); la cabra montés trepa con asombrosa facilidad, y con gran destreza salva los riscos, por atrevidos que sean, y solamente la nieve constituye para ellas valladar infranqueable.

Bos L.— Cuernos lisos, de contorno circular, dirigidos hacia adelante y luego elevados; una gran papada en la parte inferior del cuello; cuatro mamas. Se conoce en estado de domesticidad el *Bos Tauros* L., o toro, especie bien conocida de la riqueza pecuaria española.

Hemos citado en la familia Bóvidos especies de mucho interés e importancia farmacéutica: la *carne*, la *leche*, *sangre*, *huesos* y productos *opoterápicos*, serán estudiados al final de

(1) Esto decíamos en 1906, pero debido al Coto Real, la cabra montés es respetada y aumentó notablemente en Gredos.

la obra, y no lo hacemos ahora, porque esas mismas substancias nos las ofrecen otros animales de grupos distintos.

Bezoares.—Con el nombre de bezoares se comprendían antiguamente unas concreciones duras intestinales, que gozaron de gran fama en la Medicina, pero que hoy no tienen uso alguno; los *bezoares orientales*, producidos por la *Capra Ægagrus* Gm., fueron considerados como alexifármacos.

Egragópilas. —Concreciones pelosas formadas en el estómago de varios animales, principalmente en las ovejas, cabras y bueyes. Como los bezoares, son materiales históricos y sin uso alguno en la actualidad.

Lanolina.—En la antigüedad se usó un producto complejo, llamado *esipo (œsipo)*, obtenido de la lana de las ovejas. No hace mucho tiempo que Liebreich ha introducido en la terapéutica el uso de un producto denominado *lanolina*, que no es más que el esipo purificado.

Varios son los procedimientos empleados para obtenerla; el más general y de mejores resultados es el siguiente: se lava la lana con agua y se filtra el líquido resultante, al cual se agrega sulfato magnésico, y se formará un jabón magnésico que, a su vez, arrastrará la colesterina. El jabón, el sólido obtenido, se hierve en agua acidulada con ácido clorhídrico; la espuma que se forma, constituída por la colesterina y ácidos grasos, se disuelve en bencina de petróleo, se filtra el complejo y luego se somete a la acción del calor en un aparato destilatorio, con objeto de aprovechar el disolvente; el residuo se neutraliza con sal magnésica y ácido clorhídrico, y luego se funde y filtra por tela. Ya frío, y para que resulte blanco el producto, se mezcla con agua.

La *lanolina*, cuando está mezclada con agua, es sólida, blanca, opaca, neutra y fusible entre 42° y 45°. Cuando el producto es anhidro, resulta sólido, blanco o amarillento, algo trasluciente en láminas delgadas, suave al tacto, inodoro y fusible de 37° a 38°. Disuelta en anhídrido acético, con el ácido sulfúrico toma color pardo azulado y luego verde. Calentada con barita a 250°, se transforma en una substancia ceriforme, a la que se ha llamado *ceroide*.

Según Liebreich, la lanolina está compuesta (la hidratada) por colesterina, éteres colestéricos y agua que se agregó (25 por 100) para aumentar la blancura del producto. Según Hartmann y Haller, es una mezcla de colesterina y ácidos grasos sólidos.

Las substancias grasas y resinosas que se agreguen al producto para falsificarlo, le hacen perder el aspecto, elasticidad y demás caracteres indicados anteriormente.

La lanolina substituye con ventaja a los aceites grasos en las preparaciones medicinales de uso externo; con ella se preparan pomadas, cremas, linimentos, etc., etc.

Sebo de carnero.—Está contenido en el tejido adiposo abdominal de las ovejas. Se obtiene siguiendo el mismo procedimiento que para preparar la manteca de cerdo.

Sólido, blanco, compacto, homogéneo, olor poco perceptible y sabor desagradable; densidad, 0,940 a 0,960; funde de 45° a 48°. Soluble en el alcohol, aunque con dificultad, éter y benzol. Se enrancia, desprendiendo olor repugnante, debido a la descomposición de la hircina, que produce ácido hírcico volátil.

Contiene gran cantidad de estearina y palmitina, algo de oleína e hircina.

Tuvo importancia para preparar medicamentos complejos, ciertos emplastos y ungüentos.

Hiel de toro.—Es la bilis, o líquido contenido en la vejiga de la glándula hepática o hígado del toro.

Es un líquido espeso, viscoso, de color pardo amarillento o verdoso, de olor poco grato y sabor amargo y desagradable. Soluble en agua, parcialmente en el alcohol. Resulta un producto complejísimo, donde hay *mucus*, *colesterina*, *colina*, *grasas de ácidos volátiles*, *glicolato* y *taurocolato sódicos*, materias colorantes (*biliverdina*, *bilirrubina*, *biliprasina*, etc.), *lecitina*, *urea*, *palmitatos*, *oleatos*, etc., etc.

Con la hiel de toro se prepara el *extracto de hiel* y la *hiel de toro purificada*, de uso medicinal como estomacal y tónico.

La *pepsina* o principio encímico del jugo gástrico; la *pancreatina* del jugo pancreático; las *peptonas*, substancias sulfuronitrogenadas derivadas de las materias albuminoideas por transformación, mediante la influencia de la pepsina o pancreatina, son productos medicinales resultantes de preparaciones complejas, que no son propias de la índole de este libro, y por cuya razón no las estudiamos.

Proboscidios.—Animales de gran talla y corpulencia y con larga trompa prensil formada por alargamiento de los músculos de la nariz.

El cuerpo es pesado, protegido por piel gruesa con grandes y numerosos pliegues, sobre la que se implantan escasos pelos muy diseminados por el tegumento. La cabeza corta, los ojos pequeños y orejas largas y caídas. La trompa es el carácter más saliente de los proboscidios; como el cuello es corto, sin la trompa difícilmente podría el animal tomar del suelo las materias alimenticias; la trompa es muy musculosa,

larga, movible y está provista en el extremo de un apéndice dactiliforme de fina sensibilidad. Por medio de la trompa, naturalmente provista de tubo nasal, toma el animal el agua y los alimentos del suelo; constituye además poderosa arma ofensiva y defensiva.

Las patas son gruesas, terminadas por cinco dedos ungulados, pareciendo aquéllas cuatro toscos pilares que sostienen el pesado cuerpo del animal.

El sistema dentario es muy característico: tienen dos poderosos incisivos en el maxilar superior, desprovistos de raíces, tan grandes, que salen fuera de la boca y constituyen poderosas armas; sin caninos superiores ni inferiores, faltando también los incisivos del maxilar inferior, excepción hecha del mastodonte. El número de molares es variable con la edad del animal; tienen en ambas mandíbulas uno, dos, hasta tres molares compuestos, es decir, formados por numerosas láminas de esmalte dispuestas paralelamente y unidas con el cemento dentario (*elefantes*) o sin cemento (*mastodontes*).

Estómago sencillo, tubo intestinal largo. Hígado sin vesícula biliar. Encéfalo voluminoso con numerosas circunvoluciones, indicando la mucha inteligencia de estos animales. Hembras con dos mamas pectorales. Machos con los testículos encerrados en el abdomen.

Viven reunidos en las comarcas cálidas y sombrías de la India y Africa.

Varias son las formas fósiles que se conocen: el *mammut* (*Elephas primigenius* Blumb.), cuyas defensas forman el marfil de la Siberia. Los *mastodontes* (*Mastodon giganteum* Cuv. y *M. angustideus* Cuv.) del terciario, con molares provistos de raíces y tubérculos cónicos y con incisivos inferiores. Con alguna duda se incluye en los proboscidios el *Dinotherium* Kaup., con incisivos inferiores que constituyen las defensas y sin incisivos superiores.

Las especies vivas en la actualidad son los *elefantes*, de los cuales se conocen dos: *Elephas maximus* L. (elefante de la India), con orejas e incisivos relativamente pequeños y la frente cóncava. El elefante de Africa (*Elephas africanus* Blumb.), con los incisivos grandes y las orejas tan desarrolladas que cubren parte de los hombros; la cabeza convexa.

Marfil. —Procede ordinariamente de los incisivos de los elefantes, aunque en el comercio también se presenta el de los molares del mastodonte y el de los caninos del hipopótamo.

Es el marfil una substancia dura, compacta y por lo mismo susceptible de adquirir hermoso pulimento; color blanco

o ligeramente amarillento. Un corte transversal del marfil muestra una especie de enrejado, espacios romboidales, formados por cruzamiento de líneas curvas. La composición química es la siguiente:

Materia gelatígena (oseína)	24
Fosfato cálcico	64
Carbonato cálcico	0,1
Agua	11,15

Según Vauquelin, Gay-Lussac y otros analistas, el marfil contiene fluor en cantidad determinable. Calentado el marfil en aparato cerrado, produce un carbón llamado *negro de marfil*, de color negro aterciopelado. El marfil calcinado se llama *espodio*.

Conocidos son los usos industriales del marfil y el alto precio que alcanzan los objetos y figuras artísticas preparadas con dicha substancia. Tuvo importancia medicinal; hoy sin uso alguno en tal concepto.

Hiracoideos.—Las especies del orden son de crítica colocación en las clasificaciones; son indudablemente transitorias entre los ungulados y los roedores.

Animales de pequeña talla, revestidos de pelo muy denso. Patas anteriores terminadas por cuatro dedos, las posteriores por tres, todos ellos armados de pezuñas. Hembras con cuatro mamas inguinales y dos axilares. El sistema dentario es semejante al de los roedores: dos incisivos superiores y dos inferiores, éstos proclives y normales; sin caninos; molares seis o siete a cada lado de las mandíbulas.

Son varias las especies que se conocen: *Hirax-Capensis* Schreb., o marmota del Cabo de Buena Esperanza; *H. Siriacus* Gray., del Asia, Arabia y Palestina; *H. Habissinicus* Hompr., de la Abisinia.

Hiraceo.—Es el excremento del *Hyrax Capensis* mezclado con la orina y notablemente modificado por la acción de los agentes atmosféricos. Fué sucedáneo del castóreo, pero hoy no tiene uso alguno, y sólo lo mencionamos por recuerdo histórico.

ORDEN ROEDORES

Es uno de los órdenes más naturales de los Mamíferos; el porte y organización es muy semejante en todos ellos.

Animales de pequeño y mediano tamaño, ágiles y tímidos; el cuerpo, por lo general, cubierto de denso pelo;

las patas posteriores más desarrolladas que las anteriores.

El sistema dentario es incompleto; dos incisivos en el maxilar superior y dos en el inferior; sin caninos; molares en número variable, aunque siempre existen a cada lado de las mandíbulas. Los incisivos carecen de raíces y muestran en la cara anterior una capa gruesa cortical formada por el esmalte, la que no existe en la cara interior; estos dientes están cortados en bisel, siendo la parte interna la desgastada, que es precisamente la que carece de esmalte. Los molares, con o sin raíces, tienen repliegues salientes de esmalte.

El labio superior está hendido hasta las narices, lo que facilita la acción de los incisivos. Estómago sencillo y tubo intestinal largo.

El maxilar inferior se articula en la fosa glenoidea de los temporales, mediante un cóndilo longitudinal; por eso la mandíbula inferior tiene sobre la superior movimientos de retracción y protracción, necesarios para roer. El encéfalo, poco voluminoso y con escasas circunvoluciones, acusa poca inteligencia; no obstante, se conocen algunas especies, como el castor, de gran habilidad y no poca inteligencia.

Especies casi indefensas, muy fecundas, a lo que se debe que la mayoría no hayan desaparecido de la vida; están repartidas por toda la tierra, habiendo algunas que son cosmopolitas y se hallan en todos los sitios habitados por el hombre.

La familia más importante es la de los Castóridos.

Familia Castóridos.—Roedores de más talla, y nos referimos a las especies vivas; con clavículas; cuatro molares sin raíces a cada lado de las mandíbulas; cinco dedos en las cuatro extremidades. Tales son los caracteres esenciales de la familia, donde hoy sólo existe una especie viva: el *castor*.

Castor fiber L.—*Castor*; *Bívaro*.—Es el roedor de mayor talla, llegando a tener algunos individuos un metro de longitud. Cuerpo redondeado y fuerte, cubierto de denso pelo fino, con el que se hallan mezclados algunos pelos más duros, aunque no rígidos; el color es variable, casi siempre blanquecino grisáceo. Cabeza relativamente pequeña, redondeada; orejas cortas y ojos pequeños y vivos. La cola es grande, comprimida verticalmente, de contorno elíptico y cubierta de escamas imbricadas formadas por aglutinación de pelos; suelen observarse entre las escamas de la cola alguno que otro pelo, pero siempre en escaso número. Las patas cortas y fuertes, más grandes las posteriores, terminadas por cinco dedos, libres los de las patas anteriores y provistos de

uñas robustas; los dedos de las patas abdominales están unidos por extensa membrana interdigital. El segundo dedo posterior con doble uña. Cuatro mamas pectorales. Lo mismo en el macho que en la hembra, hay varias glándulas próximas a los órganos genitales y al ano; pero entre todas ellas preponderan por su desarrollo un par de bolsas o glándulas, que son las que segregan la materia olorosa denominada *castóreo*.

El sistema dentario es el siguiente:

$$I = \frac{1-1}{1-1},\ C = \frac{0-0}{0-0},\ Pm = \frac{1-1}{1-1},\ M = \frac{3-3}{3-3}.$$

Los incisivos son muy fuertes, algo curvilíneos hacia adentro, cortados a bisel y con densa capa cortical anterior de color amarillento. No hay caninos; en su lugar aparece una extensa diastema. Un premolar y tres molares a cada lado de las mandíbulas; carecen de raíces y tienen pliegues transversos de esmalte, tres internos y uno externo en los inferiores, y tres externos y uno interno en los superiores.

Estómago estrecho; ciego muy desarrollado.

El castor vivió en toda Europa; pero por la gran persecución de que es y fué objeto, ha desaparecido de muchas regiones, encontrándose, sin embargo, en Polonia, a orillas del Elba en Alemania, Siberia y Rusia; es frecuente en el Norte de América. Se establecen a la orilla de los ríos, donde construyen diques y viviendas muy curiosas que indican la inteligencia de que están poseídos estos animales.

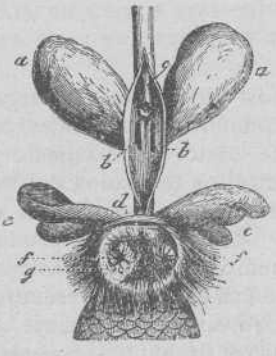


Fig. 35

La gran persecución de que son objeto los castores no es solamente debida al castóreo, sino principalmente por sus pieles, de mucho uso y precio en manguitería.

Glándulas del Castóreo (fig. 35). Las glándulas productoras del castóreo, hemos dicho anteriormente que existen lo mismo en el macho que en la hembra; las del primero están más desarrolladas, y a ellas nos referiremos principalmente.

Debajo de la cola del animal hay una cavidad o cloaca, donde van a desembocar, además del tubo digestivo y glándulas especiales, los órganos génitourinarios. En la cloaca se

distinguen cuatro orificios: uno superior, que es el ano; dos laterales o aberturas de unas glándulas externas (glándulas anales), que segregan un líquido amarillento de olor repugnante; el orificio inferior es la abertura del canal prepucial. En el canal prepucial, a poca distancia de la cloaca, hay a derecha e izquierda una abertura en forma de ojal, cada una de ellas correspondiente al orificio excretor de las glándulas productoras del castóreo. Estas glándulas son en número de

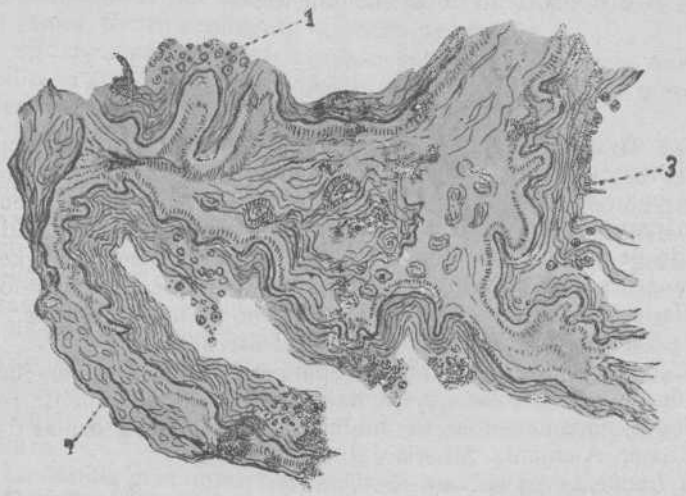


Fig. 36

dos: piriformes o alargadas; externas, colgantes y de mayor tamaño que las anales; la singular situación de las glándulas del castóreo, su aspecto y forma, hicieron creer a los antiguos eran los testículos del animal; los testículos son internos y están provistos de sus correspondientes canales deferentes.

Las glándulas productoras del castóreo, cuya situación hemos dicho, y que en la hembra es la misma, con la diferencia que aquí desembocan en el conducto vaginal, son piriformes o alargadas, de unos 10 ó 12 centímetros de largo por 4 ó 6 de ancho; la superficie es arrugada, más o menos según las variedades; lustrosa o mate, negruzca y desprovista de pelos. Cortada longitudinalmente, muestra un interior verdaderamente complicado; el epitelio es rugoso, con crestas y repliegues elevados, sobre los cuales hay materia informe, resinosa y aromática, rojiza o leonada, que es el *castóreo*.

Estudio histológico de la glándula del castóreo (fig. 36).— Según Beauregard, las glándulas del castóreo son diferen-

ciaciones del prepucio, glándulas prepuciales. La figura adjunta representa la pared y un pliegue de la bolsa del castóreo, vistos al microscopio. Al exterior (2) aparecen fajas musculares bien diferenciadas, que constituyen la pared del saco glandular. El tejido muscular está revestido interiormente por un epitelio (3) sumamente laminoso, constituído por gran cantidad de láminas sinuosas, adosadas las unas a las otras, dando al conjunto un aspecto estratificado, comparable, en parte, al epitelio estratiforme de las bolsas del almizcle.

En el borde interno de los repliegues epiteliales abundan las granulaciones del castóreo (1), dispuestas irregularmente, abundando más en unas especies de cavidades alveolares o repliegues secundarios.

Como puede verse en la figura, los tabiques o repliegues membraniformes son incompletos, pero están muy desarrollados; aparecen en un comienzo surcados por crecido número de vasos sanguíneos y con vellosidades o papilas, que Beauregard compara con las vellosidades de la placenta.

El castóreo, esa materia contenida en el interior de las bolsas, es el resultado de la mezcla de las láminas estratiformes del epitelio con los productos resultantes de la transformación resinosa de esas mismas láminas epiteliales; es en parte comparable con lo que ocurre en las glándulas arracimadas sebáceas, pues en ellas el producto de secreción es el resultado de la disgregación de los elementos grasientos más concéntricos de aquellas células ricas en grasa y muy pobres en gránulos cromáticos.

Castóreo.—El castóreo que se encuentra en el comercio está ya desecado; se presentan las dos glándulas o bolsas reunidas por intermedio de restos del canal prepucial. Las bolsas son piriformes, redondeadas (*Castóreo de Rusia*) o alargagadas y poco gruesas (*Castóreo del Canadá*); la superficie es rugosa, negra, algo brillante y desprovista de pelos. Olor fuerte caracterísco, sabor acre y desagradable.

Cortadas las bolsas, se ve en el interior una materia pardusca o rojiza de aspecto resinoso y las membranas o tabiques incompletos que surcan la cavidad, y que, como ya hemos dicho, son repliegues epiteliales. Soluble parcialmente en el alcohol, cuya disolución, echada en el agua, produce abundante precipitado blanquecino, precipitado que proviene de que la resina disuelta en el alcohol es insoluble en el agua, y por lo mismo se precipita. Con el ácido clorhídrico diluído produce casi siempre efervescencia, a veces muy manifiesta, debido a la gran cantidad de carbonato cálcico que por en-

BIBLIOTECA DEL INSTITUTO PROVINCIAL SORIA

fermedad pueden contener las glándulas; y, en efecto, a veces suelen encontrarse adosadas sobre los repliegues epiteliales concreciones calcáreas de formas variadas, poliédricas o piramidales, y que no hay duda fueron formadas en un estado patológico del órgano secretor. Téngase, pues, esto muy presente, sobre todo, porque algunos autores señalan como carácter diferencial químico la gran cantidad de carbonato cálcico en el castóreo del Canadá, y poca en el de Rusia; Muller ha encontrado en un castóreo de Rusia 40 por 100 de carbonato cálcico; nosotros, analizando un castóreo de Rusia, ejemplares típicos de la colección de la Facultad de Farmacia de Barcelona, hemos hallado 23,4 por 100 de carbonato cálcico, y, sin embargo, en otros ejemplares de la misma procedencia, con dificultad se acusa visiblemente la presencia de carbonatos con el ácido clorhídrico diluído.

Composición química.—Visto por lo que antecede la gran complejidad química del castóreo, podrá comprenderse lo aventurado que resultaría exponer una composición química cuantitativa. En el castóreo hay notable cantidad de una materia resinosa perfectamente separable por el alcohol.

Whoeler ha demostrado la existencia de *salicina, ácido fénico* y *ácido benzoico;* la presencia de salicina se explica sabiendo que los castores, sobre todo el de Rusia, se alimentan preferentemente de cortezas de abedul. Otra substancia del castóreo es la *castorina*, materia cristalizable e insoluble en el alcohol y que se encuentra en proporciones variables, generalmente 2,5 por 100. M. J. Gal ha ensayado algunos ejemplares de castóreo legítimo, que carecían de castorina y ácido fénico, lo que no es frecuente.

A más de las substancias indicadas, en el castóreo existen colesterina, aceite volátil, materia albuminoidea, carbonato, fosfato y sulfato cálcicos, magnésicos, potásicos, agua, etcétera.

Formas comerciales.—Dos son las formas comerciales que se conocen de castóreo, y son las siguientes:

1.ª *Castóreo de Rusia (Castóreo de Siberia).*—Las dos bolsas están unidas mediante un pequeño resto de canal prepucial; piriformes, gruesas y con grandes arrugas que van en todas direcciones; color negruzco y brillante. La materia contenida en las bolsas tiene aspecto resinoso y color amarillo rojizo o leonado.

2.ª *Castóreo del Canadá (Castóreo de América).*—Las bolsas se presentan también unidas mediante el canal prepucial, con la diferencia de que, mientras en el de Rusia es un trozo pequeño, en el del Canadá es, por lo general, más grande,

aunque rugoso y contraído. Las bolsas son notablemente alargadas, estrechas y con la superficie áspera y poco rugosa. Interiormente aparecen los repliegues epiteliales marcados con color blanquecino, y la materia resinosa pardusca.

Los demás caracteres diferenciales, tanto morfológicos como químicos, indicados en obras especiales, no son seguros, y mientras unas veces responden a la práctica, en otras, la mayoría, no dan resultados positivos. Los caracteres mencionados se refieren a los castóreos típicos y bien desecados; cuando la desecación fué incompleta, están enmohecidos y desprenden olor desagradable que indica el estado de putrefacción del material.

Falsificaciones.—Las bolsas deben estar reunidas mediante el canal prepucial; no han de tener costuras o aberturas que denuncien fraude; el contenido ha de tener olor agradable característico y aspecto como ya hemos indicado en lugar oportuno. Las que reúnan tales condiciones son legítimas, y no están falsificadas ni adulteradas. Como el castóreo es caro, nada de raro tiene su falsificación; así es que, con frecuencia, en el comercio se encuentra castóreo artificial, preparado con membranas y resinas o materias balsámicas, o las bolsas de castóreo con trozos de plomo dentro para aumentar el peso; la diferenciación es tan sencilla que, para descubrir el fraude, no hay más que tener presente lo indicado al principio.

Usos.—El castóreo es material farmacéutico de importancia; con él se preparan diferentes medicamentos: extracto, tintura, polvos, píldoras, etc., etc., que la medicina usa, con buenos resultados, para combatir ciertas enfermedades nerviosas, siendo un excelente antiespasmódico.

Múridos.—Pequeños roedores con el hocico puntiagudo y la cola larga, cilindrácea y escamosa. Varias son las especies de la familia, siendo las más notables el *Mus musculus* L. (ratón), *M. Rattus* L. y *M. decumanus* Pall. (ratas); la última es originaria de Oriente, y fué importada a Europa en el siglo XVII. En estas especies, principalmente en la última, es donde se desenvuelve la triquina, que infesta al cerdo, y éste al hombre en la forma ya estudiada; también en ellas se desarrolla el gérmen de la peste.

CARNÍVOROS

Forman los genuinos carniceros de Cuvier y se los conoce también con el nombre de *fieras*.

Robustos mamíferos, dotados de movimientos rápidos e

inteligencia notable; el cuerpo está cubierto por pelo denso, generalmente fino y sedoso; las patas anteriores aproximadas, debido a que no existen clavículas, o si las hay son rudimentarias, y terminadas por dedos provistos de uñas fuertes y aceradas.

La dentición, exceptuada la de los osos, es verdaderamente carnicera, y consta de incisivos, caninos, premolares y molares. Los incisivos son en número de seis en ambas mandíbulas; los caninos son largos y puntiagudos; los premolares comprimidos, de los cuales el último *(muela carnicera)* tiene la corona gruesa y cortante; en el maxilar inferior, la muela carnicera es el primer molar; los molares son tuberculosos. El maxilar inferior se articula con los temporales mediante un cóndilo transverso. Estómago pequeño, y corto el tubo digestivo.

Se hallan repartidos por todo el mundo y son especies inteligentes, aun cuando existen pocas circunvoluciones cerebrales.

Comprenden las siguientes familias:

Plantígrados; cinco dedos bien desarrollados en las cuatro extremidades		*Ursidas.*
Casi siempre digitígrados en las extremidades torácicas, rara vez plantígrados	Un molar tuberculoso superior y otro inferior	*Mustélidas.*
	Un molar tuberculoso superior y ninguno inferior	*Félidas.*
	Dos molares tuberculosos superiores y uno inferior	*Vivérridas.*
	Dos molares tuberculosos superiores y otros dos inferiores	*Cánidas.*

Familia Ursidas.—Animales plantígrados; patas cortas, robustas y terminadas por cinco dedos; plantas de los pies desnudas de pelos y callosas. Cuerpo grueso, con mucho pelo largo y relativamente fino. El sistema dentario, aunque completo y fuerte, se aparta de modo notable del tipo general de los carnívoros; el molar carnicero está provisto de corona tuberculosa y hay dos molares grandes y tuberculosos bien patentes.

Especies omnívoras que habitan en las cavernas o en el hueco de los árboles corpulentos, donde hacen la vida letárgica durante el invierno.

Ursus L.—Premolares $\frac{4}{4}$; molares $\frac{2}{3}$. Cola corta y cuerpo pesado; uñas de las extremidades torácicas muy desarrolladas, propias para cavar. El oso pardo *(Ursus arctos* L.)

existe en España en las montañas de Asturias, Santander y León, y en general en la cordillera pirenaica; es un animal prudente y valeroso, siendo quizá su caza una de las más peligrosas y comprometidas. Como es sabido, la piel de oso es muy buscada y de uso en manguitería. Antes se preparaba la *grasa de oso*, de olor especial sui géneris, y color amarillo, usada en medicina como antirreumático; también se empleó para evitar la caída del cabello, fundándose en que el animal tiene una piel muy pelosa.

Se encuentra en la región polar el *Ursus maritimus* L. (oso blanco), al cual se le ve muchas veces sobre los témpanos de hielo, persiguiendo a las focas y otros animales, de los que se alimenta; especie más robusta y temible que la anterior.

Familia Félidas.—Son las genuinas fieras; animales robustos y de movimientos rápidos. Son especies conocidas el *Felis domestica* L. (gato), *F. Leo* L. (león), *F. Tigris* L. (tigre), *F. pardus* L. (pantera), *Lynx pardina* Oken (lince), etc., etc. Próxima a esta familia, pero constituyendo grupo aparte *(Hiénidas)*, se incluyen las hienas *(Hyœna crocuta* Zimm. y *H. striata* Zimm.), de Africa.

Familia Cánidas.—La especie más vulgar de la familia es el *Canis familiaris* L. (perro), del que existen multitud de razas, de interés higiénico.

Son de nuestra fauna, y producen daños de consideración en las ganaderías, el lobo *(Canis Lupus* L.) y la zorra *(Vulpes vulgaris* Wagn.).

Familia Vivérridas.—Especies ágiles, esencialmente carniceras, con el hocico largo y agudo; cola grande y pelosa, mostrando con frecuencia crin de pelos largos que va por la región dorsal, eréctiles cuando el animal se irrita.

Las patas terminan frecuentemente por cinco dedos provistos de uñas retráctiles o semirretráctiles; unas especies son plantígradas, otras semiplantígradas, y las más digitígradas.

En la mayoría de las especies hay junto el ano unas glándulas productoras de materias odoríferas.

El sistema dentario es diverso, aunque concuerdan en tener dos molares tuberculosos a cada lado en el maxilar superior y uno en el inferior; los incisivos aproximados y los caninos robustos.

Habitan con preferencia en las regiones meridionales del antiguo mundo.

Herpestes Illig.—Uñas no retráctiles; digitígrados; hocico agudo y orejas pequeñas; sin bolsa de materia odorífera, aunque con glándulas anales. Es frecuente en España el *Her-*

pestes Widdringtoni Gray., llamado vulgarmente meloncillo, que tiene la cola muy pelosa y trepa por los árboles con gran agilidad. Vive en Africa y Asia el *Herpestes Ichneumon* L.

Viverra L.—Uñas semirretráctiles y digitígrados, terminando las patas por cinco dedos; cola larga que no se arrolla; hocico agudo con la nariz sencilla, sin pelos y deprimida. Una bolsa próxima al ano, donde desembocan dos glándulas productoras de substancia odorífera; existen también glándulas anales.

El sistema dentario obedece a la siguiente fórmula:

$$I = \frac{3-3}{3-3},\ C = \frac{1-1}{1-1},\ Pm = \frac{4-4}{4-4},\ M = \frac{2-2}{2-2}.$$

De los molares indicados en la fórmula son tuberculosos los dos posteriores de la mandíbula superior y el último de la mandíbula inferior $\left(\frac{2-2}{1-1}\right)$.

Varias son las especies notables desde el punto de vista medicinal, siendo entre todas las más importantes las que a continuación describimos.

Viverra civetta Schreb. (fig. 37).—*Civeta de Africa, gato de Argelia.*—Las dimensiones de la civeta son, naturalmente, variables, dependiendo principalmente de la edad del animal;

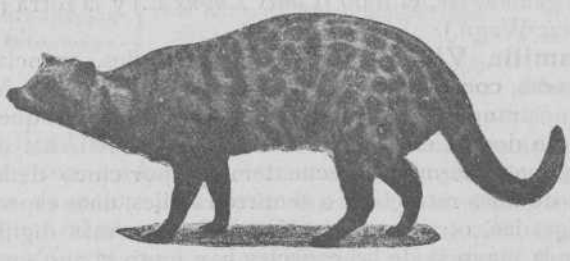


Fig. 37

longitud próxima a un metro y unos veintitantos centímetros de anchura. Aspecto como el de un gato, con la diferencia del desarrollo y que el hocico es más prolongado. Todo el cuerpo está revestido de un pelo bastante largo, principalmente en la línea media dorsal, donde forma una crin, más elevada cuando el animal se irrita. La cola es larga, cilindrácea y manchada, negra en la punta; manchas negruzcas que se reparten por todo el cuerpo, formando a veces zonas o

bandas obscuras que alternan con otras más claras. Cabeza alargada, blanquecina y con manchas pardas, provista por cima del hocico de pelos largos que forman pequeño y laxo bigote. Orejas cortas, derechas, y ojos muy vivos. Las patas son cortas, robustas, terminadas por cinco dedos pequeños, semirretráctiles y con uñas aceradas; pulgar muy alto; parte inferior de los pies pelosa, menos el metatarso. La dentición corresponde a la fórmula indicada en la característica genérica.

Inmediatamente debajo del ano o a poca distancia se observa una gran cavidad, bordeada por pelos largos, donde van a parar los conductos excretores de las glándulas productoras del *civeto*, o sea una substancia de aspecto graso que desprende olor particular agradable; a los lados del ano hay un par de pequeñas glándulas *(glándulas anales)*, cuyos conductos se abren al exterior por orificios colocados a derecha e izquierda del agujero anal.

La civeta es una fiera muy sanguinaria que vive en el Congo, Etiopía y Guinea, alimentándose de animales que caza por la noche.

La «civeta de la India» es la *Viverra zibetha* L. (fig. 38), especie más gruesa y pelosa, con la cabeza de gato y la cola

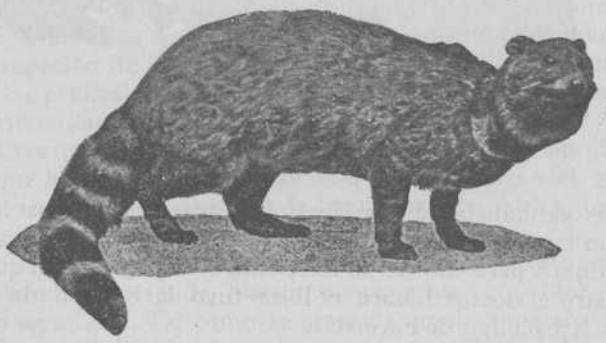


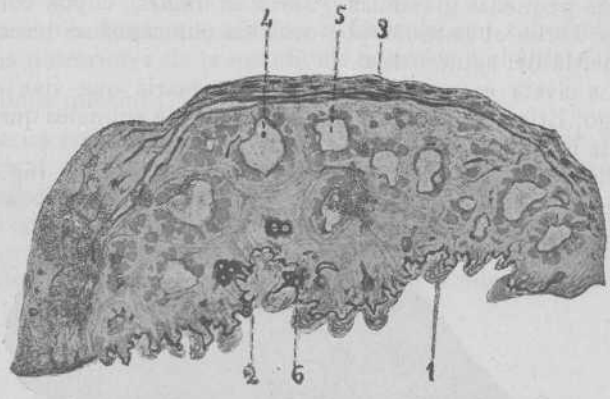
Fig. 38

larga, muy peluda y con anillos transversales blancos y obscuros. La *Viverra tangalunga* Gray., es la llamada «civeta de Bengala».

Aparato secretor del civeto.—Por debajo y a poca distancia de la abertura anal, lo mismo en el macho que en la hembra, se observa una abertura longitudinal, con los bordes blanquecinos, desprovistos de pelos, o con pequeña cantidad;

la abertura es musculosa y da entrada a una cavidad poco profunda, que recibe el nombre de *reservorio glandular general*, porque allí se reúne la materia odorífera segregada por las glándulas del civeto. Las glándulas son dos, del tamaño de una almendra con capa leñosa, y se hallan colocadas cada una a los lados del reservorio, con el que comunican mediante aberturas alargadas en forma de ojal; estas glándulas quedan ocultas bajo la piel, pero forman relieve francamente perceptible al exterior; en la cara interna de cada una de las glándulas se ven muchos orificios que son poros excretores del civeto, correspondiendo cada uno a un racimo glandular.

Estudio histológico de las glándulas del civeto (fig. 39).— El estudio histológico de las glándulas del civeto fué hecho



ig. 39

por el naturalista francés Henri Beauregard; nosotros hemos hecho también estudios histológicos de estas glándulas, sirviéndonos para ello de un excelente ejemplar que mi querido maestro el doctor Lázaro e Ibiza tuvo la bondad de regalar a la Facultad de Farmacia.

La figura indicada representa un corte vertical, según el eje mayor de una de las glándulas; hemos empleado para colorear los cortes el picrocarmín. La pared de la glándula (3) está formada por un tejido muscular fibroso, estrecho, aunque bien perceptible; del tejido muscular a la capa interna hay una gran masa de tejido conjuntivo denso poco diferenciado. En el espesor de la masa conjuntiva se ven cavidades algo redondeadas (4 y 5), a veces poliédricas, cuyas paredes están formadas por células, perceptibles en la preparación, y cuyo conjunto forma lo que recibe el nombre de acini glandular. El

fondo glandular consta de un revestimiento exterior hialino, y de una formación epitelial gruesa; nótase en cada uno de los acinis que las células próximas a la membrana hialina están provistas de un protoplasma granoso, mientras que las otras células tienen la mayor parte de la cavidad ocupada por una gota de líquido graso. Esta diferenciación se nota bien al microscopio, pero puede hacerse más patente con las preparaciones teñidas con el carmín: las células que carecen de grasa, las próximas a la membrana hialina, se tiñen fuertemente, y apenas se colorean las otras, las que contienen corpúsculos grasos. El producto de la disgregación de los elementos grasientos cae a la cavidad del acini o reservorio primario, y de aquí llega a la cavidad general de la glándula (1) por medio de un conducto excretor sencillo no ramificado ni anastomoseado.

Alrededor de la glándula se ven pelos (6) con la correspondiente glándula arracimada simple o acini sebáceo, a veces bien patentes.

Toda la cara interna de la preparación, que corresponde a la pared del reservorio de la glándula, está formada por el epitelio laminoso, estratiforme (2) y sinuoso.

De lo dicho se deduce que las glándulas del civeto están formadas por un conglomerado de acinis sebáceos, separados los unos de los otros por grande o pequeña masa conjuntiva, pero todos ellos confluentes al reservorio de la glándula. La disgregación de los elementos grasos del acini y su mezcla con las células epiteliales de la pared, constituyen la materia odorífera llamada *civeto*

Civeto.—Es la materia odorífera segregada por las glándulas que hemos descrito de las diferentes especies del género *Viverra* L., principalmente de las civetas de Africa, India y Bengala.

Caracteres generales.—Recién extraído el civeto es una substancia semisólida, blanca y espumosa, con olor fuerte poco agradable. Tal como se presenta en el comercio es un producto sólido, blando, color pardo amarillento, olor especial algo almizclado, untuoso y suave al tacto, homogéneo y sabor acre. Soluble, casi totalmente, en el alcohol hirviendo.

La composición química es complicada; según Butron-Charlad, que hizo el análisis de la substancia, contiene materia grasa, aceite esencial, resina, materia colorante, fosfato cálcico, fosfato y carbonato potásicos, óxido de hierro, etc.

Extracción del civeto.—En Abisinia, costa de Guinea y otros puntos, suelen tener la civeta domesticada; pero tanto en este estado, como cuando aparece salvaje, la extracción del

civeto se hace de la siguiente manera: sujetado el animal, se le introduce una cucharita de madera en el reservorio general de las glándulas, y con ella se restriegan las paredes de la cavidad, sacando de este modo casi todo el contenido, que luego colocan en vasijas especiales, que en la Abisinia suelen ser los cuernos de zebú, desprovistos de la parte ósea y arreglados convenientemente. Antes de verificar la extracción del civeto, molestan al animal, pues de ese modo la secreción es más activa. Tienen también por costumbre los encargados de la extracción del civeto untar la cucharilla con manteca u otra materia grasa, aminorando de este modo la crudeza de la operación; pero tiene el inconveniente de que el producto sale mezclado con la materia grasa empleada.

Falsificaciones y alteraciones.—Es el civeto una materia fácilmente alterable, si no se tiene la precaución de tenerle bien conservado, al abrigo del aire y de la luz; en malas condiciones se hace heterogéneo, pardea notablemente, y el olor, además de ser repugnante, se hace amoniacal muy intenso.

Como es producto caro, las falsificaciones son frecuentes, tanto que por rara casualidad se encuentran en el comercio ejemplares de civeto puros. Lo mezclan con grasas, miel, sangre desecada, tierra, bálsamos, etc. El aspecto, hemogeneidad y el olor denuncian el fraude; la manteca se reconocerá por los grumos que forma cuando se restriega el producto sobre un papel.

Usos.—El civeto es estimulante y antiespasmódico; pero, medicinalmente considerado, en la actualidad no tiene uso ninguno; lo hemos estudiado brevemente, como recuerdo de lo que fué, pues en la antigüedad gozó de gran fama. Su principal importancia es en perfumería, y aun en este concepto no es materia odorífera de gran aceptación.

APÉNDICE

Hay materiales, la Leche, Sangre, Carne y Huesos, que tienen verdadera importancia farmacéutica, y por lo mismo hay que estudiarlos; pero como aquellas substancias pueden proceder de animales muy diversos, correspondientes a distintos grupos zoológicos, no hay posibilidad de incluirlas en uno de ellos para hacer su monografía.

LECHE

Es el líquido segregado por las glándulas galactóforas de los mamíferos hembras.

Origen.—Mucho se ha discutido sobre el origen de la leche, y, sin embargo, ésta es la fecha que no se tiene del asunto idea fija y determinada. Según la mayoría de los fisiólogos, la leche toma su origen de la sangre; las glándulas galactóforas, arracimadas compuestas, se alimentan naturalmente de la sangre; las células glandulares degeneran, se desorganizan; el suero sanguíneo atraviesa los racimos glandulares y arrastra tras de sí las células desorganizadas, constituyendo el todo el complejísimo producto que llamamos leche. En tal concepto la leche *es una masa celular degenerada y fluidificada a expensas del suero sanguíneo.*

Modernamente se han hecho muchos estudios de las glándulas galactóforas y de la leche, y de los resultados obtenidos parece no ser exacta la teoría expuesta. Según Schultz, las glándulas mamarias son un complejo de muchas glándulas galactóforas que, como es sabido, corresponden al grupo de las arracimadas compuestas. Cada divertículo glandular tiene su membrana propia y una capa simple de células poligonales, que cuando no están en actividad, son aplanadas y claras, y en estado de actividad hinchadas y turbias. La parte glandular que mira a la luz tiene el mismo aspecto que las células de las glándulas salivares en actividad.

Teniendo esto presente, la leche no se forma por una de-

generación grasa y disgregación de las células, sino que debe considerarse *un producto de la actividad química de las células constitutivas de las glándulas galactóforas*, en las cuales un gluconucleoproteido se desdobla en caseína y lactosa.

Nada debe extrañarnos tal diversidad de pareceres, pues éste, como todos los asuntos de la Química Biológica, están adornados de las mismas dificultades; prueba lo difícil que resulta su estudio y la honda revolución que forma las nuevas investigaciones científicas.

Caracteres generales.—Es un líquido blanco mate, a veces amarillento o azulado; aromática y sabor dulce agradable; neutra o ligeramente alcalina; sin embargo, la de algunos animales carnívoros, como la de perra, acusa reacción ácida con el papel azul de tornasol; densidad variable, oscilando entre las leches usuales, de 1,0305 (cabra) y 1,0341 (oveja), tomando el promedio en los dos términos extremos. Por la acción del calor no se coagula, pero forma una fuerte película. En reposo y en sitio fresco se fracciona en dos capas, una superior (*crema de la leche*) y otra inferior opalina (*leche descremada*). Por la acción de los ácidos se coagula formándose una capa superior o *cuajo,* y un líquido inferior llamado *suero;* la crema de la leche está formada por grasa (*manteca de leche*) y el cuajo por la grasa y la caseína coagulada.

Vista la leche al microscopio, aparecen unos diminutos corpúsculos, libres unos de otros y mantenidos, generalmente, a distancias iguales; los corpúsculos son muy refringentes, como que son gotitas de grasa, originada, como es sabido, en las células de los racimos galactóforos.

Composición química.—La composición química de la leche es por extremo complicada; esa complejidad se comprende si se tiene en cuenta el origen y que el mencionado producto es alimento completo para el hombre.

Contiene la leche cuerpos disueltos y en suspensión, siendo los más importantes los siguientes: materias albuminoideas, grasa, azúcar, sales y agua.

Caseína.—Multitud de opiniones hay para explicar la constitución de la caseína de la leche. Según Dumas y Cahours, la composición elemental de la caseína es la siguiente:

	C	H	N
Mujer	53,47	7,13	15,83
Vaca	53,50	7,05	15,77
Cabra	53,60	7,11	15,78
Burra	53,66	7,14	16,00
Oveja	53,52	7,07	15,80

En opinión de Danilewsky y Radenhausen, la caseína no es un cuerpo químico definido, sino mezcla de una albúmina semejante a la serumalbúmina de la sangre y materia proteica originada por la acción de la pancreatina y un álcali sobre diversas materias albuminoideas.

Es un hecho, comprobado por numerosos experimentos modernos, que con la caseína van pequeñísimas cantidades de verdaderas nucleoalbúminas, que influyen de un modo poderosísimo en la intensidad alimenticia de la leche.

Es opinión general que la caseína aparece disuelta y como materia emulgente en la leche; y aunque en verdad es asunto muy discutido, es innegable que la opinión de Duclaux lleva en pro sufragios de químicos eminentes; dice este autor que la caseína en la leche tiene tres formas de estar distintas, que son: disuelta, coloidal y sólida.

Albúmina.—Existe en la leche mayor o menor cantidad de albúmina, unas veces preponderando sobre ella la caseína *(leche de vaca*, etc.), y en otras en mayor cantidad que ésta *(leche de mujer)*. Para que la albúmina precipite es necesario hervir la leche en presencia de un ácido; no precipita por el cuajo, y por lo mismo queda contenida en el suero, que es donde se hace la determinación, y a la que nos hemos referido anteriormente. Según Hammerstens, la albúmina de la leche es una derivación de la caseína.

Grasa.—La grasa o manteca de la leche aparece como emulsionada, aunque la leche no es emulsión: está mantenida en el líquido, formando multitud de microscópicos corpúsculos muy refringentes al microscopio. No hay opinión fija de la estructura de los corpúsculos grasos; unos dicen que tienen una cubierta o película formada por la caseína; otros, que la cubierta es de fibrina; y, por último, hay quien supone que los glóbulos grasos carecen en absoluto de toda película protectora.

La magnitud de los corpúsculos grasos, aunque siempre muy pequeños, es variable; los de la leche de vaca son de 1,5 a 10 micras o milésimas de milímetro, mientras que los contenidos en la leche de mujer son de 1 a 20 micras.

La composición química de la grasa o manteca de la leche, según Volcker, es la siguiente:

Palmitina y estearina.....	68 por 100
Oleína.....	30 —
Acidos butírico, capreico, caprílico y caprónico..	2 —

Como toda grasa animal, va acompañada de colesterina y lecitina.

BIBLIOTECA DEL INSTITUTO PROVINCIAL SORIA

Azúcar de leche.—El azúcar de leche recibe también el nombre de *lactosa;* aparece en disolución, y a ella es debido el sabor dulce de la leche; su poder rotatorio es dextrogiro, siendo a 82° c. + 52°53'; reduce el licor de Fehling, pero con menor energía que la glucosa. La fermentación láctica de la leche es debida a la lactosa, por desarrollo de diferentes bacteriáceas fermentos, principalmente el *Bacterium acidi-lactici,* bacteria tan corta que muchos la confunden con un *Micrococcus.*

Otras substancias.—Fuera de las materias albuminoideas que citan muchos químicos y que no están comprobadas, hay en la leche agua y sales en proporciones variables. Según Blyth, hay en la leche dos alcaloides: la *galactina* y la *lactocroma.*

Según Duclaux, la constitución química de la leche, aparte del agua, es la siguiente:

	En disolución	En suspensión
Grasa	0	3,32
Azúcar	4,98	0
Caseína	0,84	3,31
Fosfato cálcico	0,14	0,22
Sales solubles	0,39	0

Como las leches usadas ordinariamente son la de Mujer, Vaca, Cabra, Oveja y Burra, de ellas indicamos un cuadro general analítico, tomando el promedio de multitud de análisis, practicados modernamente:

Leche de	Peso específico	Agua	Caseína	Albúmina	Otras substancias nitrogenadas	Grasa	Azúcar	Sales
Mujer por 100	1,032	87,41	1,03	1,26	2,29	3,78	6,21	0,31
Vaca —	1,0315	87,17	3,02	0,53	3,55	3,69	4,88	0,71
Cabra —	1,0305	85,71	3,20	1,09	»	4,78	4,46	0,76
Oveja —	1,0341	80,82	4,97	1,55	»	6,86	4,91	0,89
Burra —	1,036	89,64	0,67	1,55	»	1,64	5,99	0,51

Las sales inorgánicas de la leche son, entre otras, los fosfatos potásico, sódico, cálcico y magnésico, carbonatos y cloruros potásico, sódico, etc., y compuestos de hierro.

La composición química de la leche es variable, dependiendo muy principalmente de la edad, estado y alimentación de la hembra.

Alteraciones de la leche.—La leche puede alterarse en el

interior de las glándulas mamarias, sucediendo esto cuando la hembra no está en estado fisiológico; con la leche va sangre, pus y substancias nocivas.

Las alteraciones más frecuentes las sufre la leche fuera de las glándulas; mal conservada, se desarrollan microorganismos como el *Bacterium acidi lactici*, que provoca la fermentación láctica de la lactosa, formándose ácido láctico; en tal estado se dice que la leche está agria y se corta o forma grumos por la ebullición.

Sobre la leche pueden desarrollarse Bacteriáceas cromógenas que le dan colores muy diversos: el *Bacillus syncyaneus* la comunica color azul (leche azul), el *Bacillus synxanthum*, color amarillo (leche amarilla), y el *Bacillus ruber* y *Micrococcus prodigiosus*, color rosáceo (leche rosada).

Conservación de la leche.—Varios son los procedimientos seguidos para conservar la leche, y casi todos ellos de buenos resultados prácticos. Todos podemos reducirlos a dos grupos:

1.° *Leche esterilizada.*—Colocada la leche en vasijas de vidrio bien limpias, se somete a la acción del calor en baño de maría por espacio de media hora; expulsado el aire por la acción del calor, se cierran los frascos herméticamente, continuando luego el calor por espacio de quince minutos. Todos los microorganismos que contenía la leche quedan destruídos, y por lo tanto esterilizado el producto; en tales condiciones, la leche se conserva bastante tiempo sin sufrir alteración alguna.

2.° *Leche concentrada.*—Filtrada la leche y calentada a 35°, se la mezcla un octavo de su peso de sacarosa, y luego se la coloca en calderas de concentración por el vacío; bajo presión inferior (en 10 centímetros) a la atmosférica, se calienta a 52° para que el agua vaya evaporándose lentamente; cuando la leche aparece semisólida, cuando se ha reducido a un tercio del volumen primitivo, se retira el fuego, produciéndose un enfriamiento rápido mediante corriente de agua fría. La leche así concentrada se dispone en vasijas herméticamente cerradas; contiene todos los principios nutritivos y se conserva sin alteración por mucho tiempo. Desleída en agua se forma un líquido como la leche fresca, un poco más dulzaina, pero de igual aspecto y poder nutritivo que la leche en estado natural.

Falsificaciones de la leche.—La leche es objeto de multitud de falsificaciones, pero las más frecuentes son las siguientes: descremar la leche, añadir agua, gelatina, almidón, etcétera. Se preparan *leches* artificiales batiendo sesos de animales en el agua y agregando luego un poco de azúcar; por último,

se rehabilita la leche agria neutralizándola con el bicarbonato sódico.

Un procedimiento sencillo para reconocer las falsificaciones es el siguiente:

1.° El aspecto, sabor y olor de la leche aportan datos que no deben despreciarse, pues pueden guiarnos en las ulteriores investigaciones.

2.° Vista al microscopio, aparecerán gran cantidad de glóbulos grasos sin mezcla de células macronucleadas ni fibrillas; lo contrario indicaría la presencia de masa encefálica.

3.° Con el lactodensímetro se determina la densidad, que no debe variar de las indicadas en el cuadro anterior.

4.° El cremómetro indicará la cantidad de grasa, y la proporción de ella debe oscilar poco del promedio ya citado. La determinación por el éter es procedimiento más exacto y recomendable.

5.° Se mezclan 20 gramos de leche con 5 gramos de yeso en polvo o arena; se evapora a calor moderado, desecando el extracto formado en la estufa; la pérdida de peso, teniendo en cuenta los 5 gramos de yeso o arena empleados, indicará la cantidad de agua. No debe variar mucho de las cantidades indicadas en el cuadro general analítico.

6.° Hervido el ensayo y enfriado después, no ha de dar coloración azul con la tintura de iodo (ausencia de almidón y harina).

7.° Se somete la leche calentada a la acción del ácido tártrico; se filtra el complejo y se ensaya con alcohol rectificado y ácido tánico: no debe formarse precipitado alguno (ausencia de goma, gelatina, etc.).

8.° Agregando a la leche unas gotas de ácido acético, no ha de producirse efervescencia (ausencia de carbonatos), ni ha de enrojecer el papel azul de tornasol (ausencia de ácidos).

Los demás análisis pueden verse en obras especiales, donde con gran detalle se trata este importante asunto.

Importancia y usos de la leche.—No hay para qué demostrar que la leche es de grandísima importancia; es el alimento del hombre y de todos los mamíferos en su primera edad. Constituye un alimento sano muy empleado por el hombre, más en las convalecencias de multitud de enfermedades. Es primera materia para gran número de operaciones químicas, y con ella se prepara, entre otros complejos medicinales, la leche peptonizada, suero de la leche, el Kefir, Kumis y Galacina (bebidas hidroalcohólicas), lactobacilinas, etc. Además, la lactosa o azúcar de la leche es de gran uso farmacéutico.

SANGRE

Es la sangre una producción mesodérmica originada fuera del embrión, en el área vascular de la hoja media o mesodermo.

Del estudio microscópico se deduce que la sangre es un tejido fluidificado por el plasma; se encuentra encerrada en el sistema vascular (arterias y venas), y es la materia que nutre a los diferentes órganos de los animales.

Es un líquido espeso, constituído por numerosos corpúsculos celulares y mantenidos en una materia transparente e intercelular, líquida y espontáneamente coagulable. Color rojo obscuro *(sangre venosa)* o rojo claro *(sangre arterial)*; olor especial característico; opaco y más denso que el agua (1,055); reacción alcalina.

Caracteres histológicos.—Vista la sangre al microscopio se descubre la parte sólida, constituída por tres clases de elementos celulares: glóbulos rojos o *hematíes (eritrocitos)*, glóbulos blancos o *leucocitos*, y hematoblastos o *plaquetas (trombocitos)*; el líquido donde flotan estos corpúsculos forma lo que recibe el nombre de *plasma sanguíneo.*

Hematíes.—Las hematíes dan a la sangre el color rojo que tienen; se encuentran en gran cantidad en la sangre, y su tamaño es muy pequeño, midiendo en el hombre de 7 a 8 micras de diámetro por 2,5 micras de espesor; contorno circular, bicóncavas (mamíferos, menos las del camello, que son elípticas; Ciclóstomos), a veces elípticas y biconvexas (todos los demás Vertebrados). El color es amarillo verdoso; pero cuando hay fuertes acumulaciones globulares, el color es rojo intenso.

Vistas las hematíes a regular aumento, son completamente homogéneas y carecen de núcleo (Mamíferos); pero las hematíes de los demás Vertebrados presentan un núcleo central, de forma elíptica y rico en cromatina. Se alteran fácilmente y se reducen a esferas blancas, en presencia del agua, por pérdida de la hemoglobina.

Las hematíes están formadas, principalmente, por dos substancias: el *estroma* o *globulina*, incolora e insoluble, y la *hemoglobina* (sangre venosa) u *oxihemoglobina* (sangre arterial), coloreada y soluble; contiene además agua, aprisionando el estroma pequeñas cantidades de lecitina, colesterina y sales, como fosfatos y cloruros sódico, potásico y magnésicos.

Son, pues, las hematíes de los Mamíferos células degene-

radas, en las que el núcleo y protoplasma han desaparecido, pero adquiriendo, en su lugar, la hemoglobina.

Leucocitos.—Son los leucocitos, o glóbulos blancos, células bien definidas; forma esférica, incoloros y con 9 a 12 micras de diámetro. Hay que distinguir la membrana, protoplasma y núcleo; la *membrana* es fina y forma vacuolas periféricas cuando se revela con el agua y el ácido acético diluído. El *protoplasma* tiene señales de reticulación y aspecto granuloso. El *núcleo* puede tener forma esférica *(linfocitos)* y ricos en cromatina; pero ordinariamente es irregular, con gibas y expansiones lobuladas; la cromatina es escasa en el retículo central, pero se condensa en la periferia, formando una cubierta cromática muy espesa. Son los defensores del organismo, luchando y destruyendo microbios y sus toxinas *(fagocitosis)*.

Plaquetas.—Fueron descubiertas por Zimerman; son glóbulos de magnitud diversa, según los animales a que corresponden; las de los Mamíferos son pequeñas, 3 a 7 micras de diámetro, circulares u ovales, planas o biconvexas, transparentes y granulosas, desprovistas de núcleo y de hemoglobina. Las plaquetas de los demás Vertebrados son grandes, elípticas, biconvexas. con núcleo alargado y con un protoplasma escaso y granuloso. Según el insigne histólogo español doctor Cajal, las plaquetas de la rana y urodelos están provistas de un protoplasma capaz de englobar cuerpos extraños, y provistas de movimientos amiboideos.

Tan luego la sangre está fuera de los vasos, las plaquetas se deforman y se agrupan, formando *zogleas de plaquetas*.

Composición química de la sangre.-Hemos dicho ya la composición química de los glóbulos rojos o hematíes, tomando como tipo los del hombre, referible al de los demás animales.

La parte líquida de la sangre, el plasma, lleva en disolución gran número de substancias, resultando un producto complejísimo, de difícil investigación analítica. Entre los varios análisis practicados, uno de ellos es el de Hoppe-Seyler:

Agua	914
Albuminoides	67
Lecitina	2
Colesterina	0,654
Grasa	3
Extracto alcohólico	1
Extracto acuoso	2
Sales	7

Origen de la fibrina.—Al poco tiempo de salir la sangre de las venas y arterias se convierte en una materia pastosa y

consistente; luego toda ella parece sólida, adquiriendo el coágulo color rojo obscuro. Transcurrido más tiempo, el coágulo fibrinoso abandona el líquido que mantenía aprisionado, que, como más denso, va a la parte inferior de la vasija, y en él queda nadando un sólido fibroso deshilachado, en mezcla con leucocitos y bastante cantidad de hematíes. Este sólido está formado principalmente por la *fibrina;* el líquido, de color cetrino, es el *suero de la sangre.*

Vista al microscopio la coagulación, resulta de la siguiente manera: se coloca una gota de sangre fresca en un portaobjeto y se mira al microscopio. Las plaquetas se deforman y reúnen, constituyendo zogleas; las hematíes se unen por sus caras y forman columnas y redes globulares. De las zogleas surgen gotas hialinas, que se mezclan con el plasma sanguíneo, y en seguida de las zogleas de plaquetas brotan filamentos (fibrina), que se unen y anastomosean con los que surgieron de las otras zogleas, dejando todo el campo del microscopio constituído por una red fibrinosa que engloba leucocitos, hematíes y suero sanguíneo.

¿Cuál es el origen de la fibrina? La fibrina no existe en la sangre, salvo casos excepcionales, como la trombosis; pero normalmente no existe. Dejando a un lado multitud de teorías, nos fijaremos sólo en la de Bizzozero, apoyada por el doctor Cajal. La fibrina se forma por la acción de un fermento que reside en las plaquetas, sobre la fibrinógena que hay en el plasma, fermento que abandona las plaquetas tan luego éstas se reúnen en zogleas. Sin embargo, el mecanismo no es tan sencillo como aparece; Dastre afirma, y es una realidad, que las proteosas y las peptonas hacen incoagulable la sangre; y Arthus demuestra experimentalmente que, quitando el calcio a la sangre, ésta no se coagula.

Reconocimiento legal de la sangre.—Muchos procedimientos se citan para identificar la sangre; pero ningunos quizá tan exactos como el *examen espectroscópico* y la obtención de los *cristales de hemina.* La tintura de guayaco en mezcla con la esencia de trementina es un reactivo bueno de la sangre; pero no tan sensible como los dos métodos anteriores.

Examen espectroscópico.—Bien la sangre fresca o las manchas de sangre se diluyen en agua, introduciendo el todo en una cubeta de vidrio, o aún mejor, cuando es poca la cantidad de sangre de que se dispone, en un tubo de vidrio parecido, aunque más pequeño, a los de Biot. Colocada la preparación delante de la hendidura del espectroscopio, se observarán dos bandas de absorción situadas entre las rayas D y E: la una en el amarillo, la otra en el verde. Si luego se agregan al en-

sayo unas gotas de materia reductora, como sulfuro amónico, desaparecen las dos bandas, y en su lugar se forma una banda negra situada en sitio intermedio entre las dos bandas anteriores; esta única franja recibe el nombre de *banda de Stockes*.

Estos caracteres físicos tan notables son debidos a la materia colorante de los glóbulos rojos (hemoglobina). La oxihemoglobina, o sea la hemoglobina oxidada, produce las dos bandas de absorción, mientras que ésta, reducida, sólo produce la de Stockes.

Formación de los cristales de hemina.—Cuando por asunto legal se necesita saber si una mancha es o no de sangre, debe siempre ponerse en práctica el siguiente método; bien hecho es muy sensible, y característicos y definidos sus resultados.

La sangre *seca* se raspa con una navajita, y el polvillo se coloca en el portaobjeto; encima del polvillo se echa un granito de cloruro sódico, y el todo se tapa con el cubreobjeto. Con una varilla de vidrio se colocan en los bordes del cubreobjeto dos o tres gotas de ácido acético glacial, cristalizable, el cual penetra por capilaridad entre los dos vidrios y llega hasta la preparación. En una lámpara de alcohol se calienta suavemente hasta que hierva el ácido acético, y así se mantiene por medio minuto, teniendo mucho cuidado que no hierva con mucha rapidez, porque se expone a que el ácido proyecte preparación y cubreobjeto. Da muy buen resultado agregar con precaución una o dos gotas de ácido acético y continuar calentando por breves instantes. Llega un momento en que el líquido forma como una gotita adherida al cubreobjeto; en tal caso la operación está terminada. A nosotros nos ha dado mejores resultados no calentar hasta sequedad, como dicen algunos autores; es preferible ver la hemina incluída en el ácido acético.

Vista la preparación al microscopio, aparecen una multitud de cristales alargados, romboédricos, de color pardo, café o rojizos, los unos separados, los más unidos, constituyendo rosetas estrelladas; esos cristales son de *hemina* o cloruro de hematina.

Cuando la sangre está podrida o colocada sobre hierro oxidado no se forman los cristales de hemina; tampoco los produce la sangre húmeda; ha de ser seca, completamente desprovista de agua. La grasa impide también la formación de la hemina; por lo mismo hay que quitar el agua con éter y luego hacer la operación.

Importancia de la sangre.—No hay para qué hablar de la importancia fisiológica de la sangre, sabiendo que ella es el

vehículo transportador de todas las materias nutritivas, y a la vez colectora de todas las substancias desasimiladas. La sangre coagulada es un alimento muy generalizado, nutritivo y sano. Con ella se prepara el carbón de sangre, la fibrina y multitud de substancias orgánicas.

TEJIDO MUSCULAR

Constituye el tejido muscular liso y estriado. Está formado por la reunión de fibras susceptibles de encogerse por la acción del sistema nervioso. Las fibras musculares pueden ser lisas o estriadas, y toman origen del mesodermo, iniciándose en el tejido conectivo embrionario que rodean las protovértebras.

Tejido muscular liso.—El tejido muscular de fibra lisa se presenta en los órganos cuyos movimientos son lentos e independientes de la voluntad (intestinos, arterias, venas, bronquios, etc.); sin embargo, el corazón y diafragma son órganos con movimientos involuntarios y son de fibra estriada.

Para hacer el estudio de la fibra muscular lisa es recomendable disociar un trozo de tejido de la capa media de las arterias o de la capa muscular del intestino haciendo uso de la potasa (33 por 100) o del ácido nítrico (25 por 100). Quedan de ese modo separados unos corpúsculos alargados, que son las *fibrocélulas* de Kölliker o fibras musculares lisas. Son fusiformes, gruesas en el medio, estrechadas en los extremos y de contorno más o menos poligonal.

Vistas las fibras no disociadas y teñidas, por ejemplo, con la hematoxilina, aparecen, como verdaderas células que son, provistas de membrana, protoplasma y núcleo. La *membrana* es elástica, sumamente fina y difícil de diferenciar; el *protoplasma* es granuloso, fino en todas las partes que se le considere, menos en las proximidades de los polos nucleares, que es grueso y refringente. En el centro de la célula, en la parte más ensanchada, hay un *núcleo* alargado, según el eje mayor de la fibra, con los extremos redondeados; mirado con gran aumento, se descubre en el núcleo la cromatina con hilos dispuestos transversalmente y una fina membrana incolora.

Generalmente las fibras se unen, formando paquetes o haces musculares, íntimamente engranadas las unas con las otras, dando al conjunto aspecto estratiforme. Estos tejidos musculares forman una trama fasciculada, elástica y de color amarillento o amarillento claro.

Tejido muscular estriado.—Constituyen los músculos de contracción rápida; es la carne muscular propiamente dicha, la que vulgarmente se distingue con el nombre de *carne*.

Estudiada la fibra muscular estriada, a gran aumento, con el microscopio, descubriremos en ella tres partes esenciales, que son: *sarcolema, núcleos* y *materia estriada*.

1.ª *Sarcolema.*—Se denomina con ese nombre la membrana que envuelve la fibra muscular estriada. Cuando se examina una fibra viva apenas si se distingue el sarcolema, aun empleando buenos objetivos; pero una vez tratado por el agua se separa el sarcolema en bolsones, formando una línea ondulada, cuyas depresiones quedan unidas a la materia estriada y al nivel de las *líneas de Krause*.

2.ª *Núcleos.*—Los núcleos, en bastante número, se colocan debajo del sarcolema (Mamíferos); pero en los demás vertebrados, además de existir debajo de la membrana, se disponen muchos en el espesor de la materia estriada. En uno y otro caso tienen forma fusiforme, alargados, con los extremos redondeados y dispuestos paralelamente a la fibra muscular. Estudiados con gran aumento, y después de haber sido teñidos por la hematoxilina, se descubren en ellos las siguientes partes: una fina membrana de acromatina y una masa reticulada, en dirección transversal, de nucleína; en los polos nucleares se diferencian tiras granulosas de aspecto protoplasmático.

3.ª *Materia estriada.*—Forma la gran masa de la fibra estriada, y su estudio resulta dificilísimo por la delicadeza de su diferenciación y porque cambia de aspecto según el reactivo empleado para fijarla. Según el doctor Cajal, la masa estriada viva presenta la siguiente estructura: unas bandas transversales anchas, más o menos coloreables por la hematoxilina y birrefringentes; otras también transversales, delgadas, no coloreables por la hematoxilina y monorrefringentes. Unas y otras bandas alternan con regularidad. En medio de las dos bandas aun se distinguen otras dos; en medio de la banda monorrefringente hay una línea muy fina, granuliforme, que recibe el nombre de *línea de Krause;* en la banda birrefringente hay otra más estrecha y central, que es la *raya de Hensen*. Hay, además de las bandas transversales, otras longitudinales y normales, por consecuencia, a aquéllas; unas finas y obscuras (*tabiques protoplasmáticos*), y otras anchas, más o menos claras, que alternan con las otras (*cilindros primitivos*).

No obstante todo lo dicho, la estructura de la materia estriada es complicadísima y de difícil estudio, habiendo sobre ella opiniones encontradas de eminentes histólogos.

Composición química del tejido muscular.—Es una materia muy compleja; los componentes químicos son muy discutidos, y a nada conduciría intentar dar un cuadro acabado analítico. Sépase que las principales substancias, las que constituyen el tejido muscular, son las siguientes: *Miosina*, materia albuminoidea coagulable después de haber muerto el animal y a la que se debe la rigidez cadavérica. *Musculina*, principio albuminoideo coagulable próximamente a 46° c. *Materia glicógena*, gastable por el trabajo muscular. *Acido láctico*, formado por el trabajo muscular. Extraídas las materias albuminoideas, aun queda en la fibra una substancia llamada por Danilewsky *armazón.*

Hay que distinguir también el *plasma muscular*, líquido complejísimo, coagulable espontáneamente, de reacción alcalina y contenido en el sarcolema.

Según Hoppe-Seyler, la carne fresca contiene de 20 a 28 por 100 de agua. El residuo fijo es el siguiente:

	Hombre	Buey	Cerdo	Aves	Reptiles	Peces	Cangrejo
Residuo fijo...	72 a 74	77	78	70 a 76	76 a 80	79 a 82	85

En el jugo de la carne se encuentran multitud de substancias, principalmente *albúmina*, *creatina*, *creatinina*, *xantina*, *hipoxantina*, *ácido úrico*, *urea*, *taurina*, *leucina*, *glicógeno* e *inosita*, o azúcar muscular. En la carne de caballo abunda la *inosita;* por eso es dulzaina.

Según Mayer, Petersen y otros, la cantidad de nitrógeno de la carne varía, según los diversos animales, entre 3,03 y 3,64 por 100; la cantidad de nitrógeno por 100 en la carne fresca es la siguiente:

Ternera	Conejo	Cerdo	Carnero	Vaca	Pescados frescos	Pescados secos
3,18	3,20	3,25	3,15	3,45	1,1 a 3,5	4,46 a 15,19

Las substancias minerales de la carne varían según la clase de carne, y sobre todo del animal de que proceda. El tanto por ciento de sales, promediando una multitud de análisis modernos, es el siguiente:

Potasa	Sosa	Cal	Magnesia	Oxido de hierro	Acido fosfórico	Acido sulfúrico	Cloro	Silice
37,04	10,14	2,42	3,23	0,44	41,20	0,98	4,66	0,69

En la carne, como es natural, abunda la sangre, tanto que a la hemoglobina se debe el color rosado que tiene.

Reconocimiento de la carne.—Del estudio atento de los animales, y teniendo en cuenta lo que la veterinaria enseña, puede deducirse muchas veces el estado de la carne. El examen microscópico y macroscópico de los músculos es de todo punto necesario, pues con auxilio de aquel aparato se descubre la presencia de organismos extraños patógenos, como la triquina, cisticercos y otros microorganismos sumamente peligrosos para el hombre.

El aspecto, color, consistencia y olor de la carne muestra si aquélla es fresca o, por el contrario, está en putrefacción.

Importancia de la carne.—Considerada como alimento, la carne está en primera línea, siendo universalmente usada por el hombre.

También es usada como materia medicinal, empleándola en la obtención de caldos muy empleados por los enfermos y convalecientes. Con ella se preparan caldos medicinales, asociándolos o no con materias vegetales nutritivas, excitantes, aromáticas, etc. En los laboratorios farmacéuticos se obtiene el jugo de carne de fácil asimilación, el extracto de carne (procedimiento de Liebig), aunque son más bien operaciones industriales, y que en alta escala preparan en las fábricas de América y Australia.

Como material complejísimo, de él se obtiene una multitud de principios inmediatos que han enriquecido de modo prodigioso el campo de la química orgánica.

HUESOS

Constituyen los huesos el endoesqueleto de los vertebrados. La estructura de los huesos es muy semejante entre sí, excepción hecha de los correspondientes a los peces, que es muy parecida a la del marfil.

Caracteres generales. —La diferenciación externa de los huesos es por extremo variable; hay huesos largos, cortos, laminares y de figura muy diversa, según a las partes del esqueleto que correspondan. Color blanco mate o con poco brillo; duros, poco pesados generalmente, y con muchas cavidades interiores ocupadas por la medula y vasos. Cortado un hueso y visto su aspecto interior, aparece dominando una masa o trama blanca incrustada de sales calcáreas y unos agujeros por donde van los vasos sanguíneos y medula. El

aspecto interior no es el mismo en todos los huesos; en unos la trama es apretada, tanto que las cavidades son capilares y poco visibles a simple vista (*huesos compactos*); en otros la trama se reduce notablemente y las cavidades son grandes, de forma areolar (*huesos esponjosos*), pudiendo ser la trama reticulada, filamentosa (*huesos reticulados*).

Estudio microscópico de los huesos. — Descalcificado el hueso fresco, y visto un corte de él al microscopio, aparecerán las partes siguientes: 1.ª Conductos de Havers. 2.ª Materia fundamental. 3.ª Lagunas y conductos calcóforos. 4.ª Células óseas. 5.ª Fibras de Sharpey.

Los *conductos de Havers* son de diámetro variable y cilindráceos; van desde la superficie del hueso, desembocando en los conductos nutricios, a las aréolas del tejido esponjoso o al conducto medular; constituyen en la masa de la materia fundamental una reticulación de mallas cuadrangulares. Los conductos, de regular calibre, contienen una pequeña arteria, una vénula y osteoblastos periféricos.

La *materia fundamental* es estratificada, constituída por laminillas que se disponen contorneando los conductos de Havers (*sistemas de Havers*), o en torno del hueso (*láminas fundamentales externas*); otras forman revestimiento de las aréolas y conducto central del hueso (*láminas fundamentales internas*), y, por último, las *laminillas intermedias* rellenan los espacios que quedan entre los sistemas de Havers.

Hay unas cavidades estrelladas en el espesor de las laminillas, donde se alojan las células óseas; las mencionadas cavidades son las *lagunas óseas*, de cuya periferia arrancan multitud de conductos (*conductos calcóforos*) ramificados y anastomoseados con los procedentes de lagunas próximas.

Hemos dicho que en las lagunas existen las *células óseas;* las células óseas, o *células de Virchow*, son pequeños corpúsculos dotados de un núcleo alargado y de escasa diferenciación; el protoplasma, por lo general se acumula en los polos nucleares.

Las *fibras de Sharpey*, o fascículos conjuntivos no calcificados, se ven muy bien en el corte transversal de la diáfisis de un hueso descalcificado; son fibras largas, a veces ramificadas, que emergen de la cara interna del periostio (envoltura del hueso) y atraviesan las láminas fundamentales externas e intermedias. En el hueso endocondral no existen fibras de Sharpey.

Composición química de los huesos.—Según Bercelius, la composición química de los huesos es la siguiente:

Osteína	32,17
Materia irreducible por la cocción	1,13
Fosfato cálcico	51,04
Carbonato cálcico	11,30
Fluoruro cálcico	2
Fosfato magnésico	1,16
Cloruro sódico	1,20

Hay que tener presente que la composición química de los huesos varía según el animal, la edad, como también la clase de hueso analizada.

En los huesos hay un tejido medular que es una variedad del adiposo, y, por lo mismo, graso; la grasa del tejido adiposo de los huesos está constituída por *estearina*, *palmitina* y *oleína*, acompañadas de pequeñas cantidades de *colesterina* y *lecitina*.

Importancia de los huesos.—Los huesos gozaron de fama como materias medicinales en la antigüedad. Fuera de las aplicaciones industriales, los huesos se emplean en farmacia para la preparación del *carbón animal*, poderosa substancia descolorante; algún uso tienen también los huesos calcinados, hoy de escaso interés medicinal.

ORGANOTERAPIA Y OPOTERAPIA

Las glándulas de secreción externa, de interés medicinal, han sido estudiadas en la zoología; así, hemos tratado del almizcle, castóreo, civeto, bilis, leche, etc. Pero hay otras glándulas endocrinas, o de secreción interna, muy importantes desde el punto de vista farmacéutico y medicinal, que son la base de la Opoterapia.

Las imperfecciones funcionales del organismo humano son debidas a degeneraciones de determinados órganos cuya bioquímica está paralizada o modificada de manera que no llena su cometido. Pues si con oportunidad y mediante preparados, racional y sabiamente hechos, administramos al enfermo los principios activos normales de la glándula de un individuo sano, habremos substituído la acción bioquímica del órgano enfermo. Así, por ejemplo, degenerando o enfermando las «cápsulas suprarrenales» del hombre se produce el padecimiento llamado «enfermedad bronceada» o de Addisson, por ser éste su descubridor; si se administra al enfermo el extracto de cápsula suprarrenal o su principio activo, la enfermedad desaparece, o por lo menos aminora. Este es, pues, el fundamento de la Opoterapia.

Se denomina Organoterapia al tratamiento de las enfermedades usando los órganos frescos o secos y reducidos a polvo o en tabloides; si sólo se usa los principios activos aislados o los extractos orgánicos, se denomina Opoterapia, aun cuando siendo el principio químico activo se debe denominar Quimioterapia. Grasset restringe la Opoterapia diciendo que es la ciencia de las medicaciones endocrinas.

La Organoterapia es antiquísima, no sólo referente a fortalecer los órganos sexuales—una de las preocupaciones preferentes en los pueblos lindantes con la prehistoria—sino también en la curación de las enfermedades. El célebre Quirón daba al no menos famoso Aquíles medula de león para que, ingerida en fresco, le comunicara fuerza y resistencia en las luchas. En el Imperio Romano, afirma Plinio el antiguo —primera mitad del siglo primero de la Era Cristiana—que se combatía la impotencia sexual administrando crudos los testículos de asno y liebre, así como también eran muy usadas las ubres de vaca para favorecer en la mujer el desarrollo y

secreción de las glándulas mamarias. Bien conocida es la costumbre en el pueblo griego, y mucho antes en el Egipto (1500 años antes de J. C.), de dar masa encefálica y raspaduras de cráneo, que pertenecieron a hombres sabios, a los hijos de los poderosos que eran cretinos o se preveía en ellos la imbecilidad.

Todas estas ideas intuitivas, carentes de probada base científica, fueron recogidas por Brown Sequard, y antes en Claudio Bernard hallaron su eco al formular la tesis siguiente: «La sangre no determina por sí la estructura y composición de las células; cada célula toma de la sangre lo que le conviene y le da residuos o *principios elaborados por su plasma.*» Este es precisamente el papel funcional de las *glándulas endocrinas*, las verdaderamente importantes en la Opoterapia.

Las glándulas endocrinas ostentan en sus secreciones unos principios activos que tienen la propiedad de excitar el funcionamiento de otros órganos; estos principios son los que Starling ha denominado *hormones*, palabra que significa «yo excito». Se suponía que estas excitaciones eran *reflejos nerviosos*, pero hoy se sabe que es consecuencia de una acción química, como lo demuestra el siguiente experimento dado a conocer por Starling, y es el siguiente: inyectando a una coneja virgen el extracto de un feto de la misma especie, las glándulas mamarias se hipertrofian y segregan algo de líquido lácteo. Luego es una acción química, es consecuencia de los *hormones* del feto, y no es debido, como antes se decía, al estímulo de la inervación del útero.

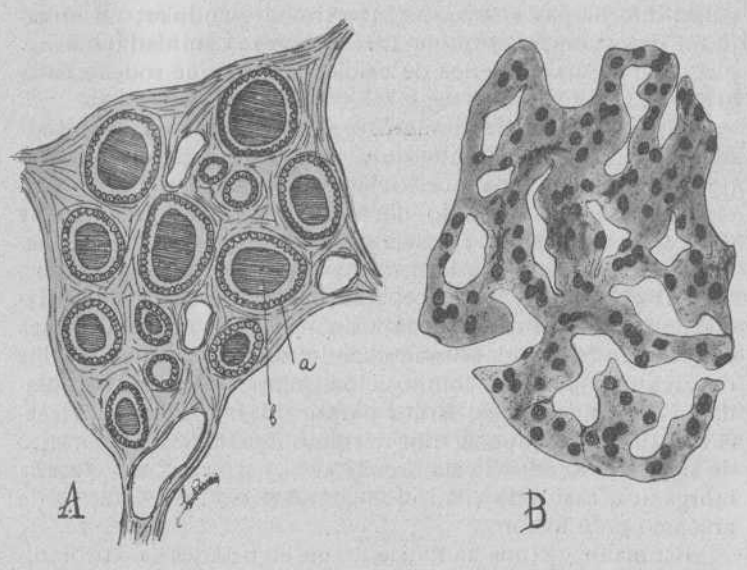
Según Goldstein, todos los órganos y, llegando al último límite, todas las células, tienen una secreción interna que contribuye a la vida del conjunto; afirmación bien conocida de los naturalistas, de que todos los organismos son asociaciones o consorcios de individuos—células—, todos ellos armónicos para dar vida a la comunidad. En 1869, Brown Sequard hizo ya su afirmación de que «las glándulas endocrinas y con secreción externa dan a la sangre principios útiles, cuya ausencia se hace sentir cuando aquéllas son extirpadas o destruídas por la enfermedad».

Los animales que han de usarse para extraer de ellos los órganos de importancia opoterápica, deben ser escogidos según la edad y órgano que ha de emplearse. Por regla general, debe usarse las especies al llegar al estado adulto; el carnero y oveja, ternera y vaca son los más importantes, así como el caballo lo es, sin duda alguna, para la obtención de sueros medicinales. También se usa el cerdo, sobre todo para utilizar de ellos el intestino, estómago e hígado.

Tiroides y Paratiroides.—Son glándulas de gran im-

portancia opoterápica; éstas y las cápsulas suprarrenales son las que positivamente han alcanzado fama en la medicina.

Con el nombre de «aparato tiroideo» se conocen dos glándulas, el *cuerpo tiroides* y las *glándulas paratiroides* o «paratiroideas». Al cuerpo tiroides se le asigna una acción metabólica, mientras que a las paratiroides una función neutralizante de las toxinas que se producen normalmente en la nutrición; sin embargo, no puede afirmarse tan en absoluto que éstas sean las únicas funciones por ellos desempeñadas,



A) Corte del tiroides; *a*) acini glandular; *b*) substancia coloide. B) Corte del paratiroides.

ni que tan delimitadas aparezcan en su actuación bioquímica.

El *tiroides* es un órgano impar colocado en el cuello, en la parte anterior de la unión de la laringe con la tráquea, a la altura del primer anillo de aquélla y cubriendo incompletamente a ésta. Por detrás, y a los dos lados del tiroides, hay dos glándulas o cuerpos, uno más alto y otro más bajo, que son los *paratiroides*.

Los paratiroides, según Sandström y Bozzi, es un tiroides o tejido del tiroides en estado embrionario, o mejor dicho, un órgano detenido en su desarrollo evolutivo.

Presenta el *tiroides* dos lóbulos, uno derecho y otro izquierdo, simétricos, de color rosado o violáceo; estos dos lóbulos están unidos en la parte inferior por el *istmo*, el cual

puede faltar, como ocurre en las aves, marsupiales y monotremos; en este caso hay dos tiroides.

En el lóbulo izquierdo, por encima del istmo, se eleva una protuberancia cónica alta y delgada, que es la *pirámide de Lalouet*, llamada así por ser este anatómico quien la descubrió en el hombre.

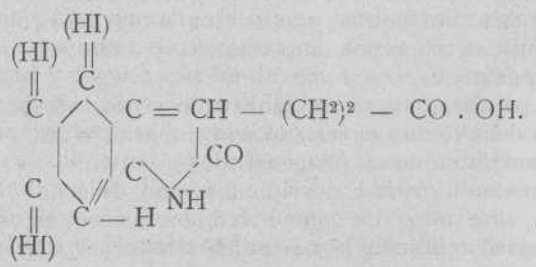
Es el tiroides una glándula de secreción interna, constituída por dos tejidos o partes fundamentales: el *estroma* conjuntivo o armazón, y el tejido propiamente *glandular*. El tejido conjuntivo lo forma la membrana envolvente de cuya pared interna parte el armazón o trama glandular; en el espesor de esta masa o trama aparecen gran cantidad de *acinis* glandulares, o sean series de células activas que rodean cada grupo a una cavidad.

Estos *acinis*, vistos al microscopio, presentan una membranilla delgada, transparente, que lo protege exteriormente, y que ha sido estudiada por Riviere; por dentro del acini está el epitelio anular formado por una serie de células dotadas de gran actividad, y cuya secreción vierte a la cavidad, constituyendo un líquido coloide.

Las glándulas tiroides y paratiroides que se usan en farmacia para la preparación de los compuestos activos, son las del carnero, y también—aun cuando de mérito inferior—los de vaca y caballo. La composición química está bien estudiada en el tiroides y mal en los paratiroides; una glándula fresca del tiroides contiene, por término medio, 82,25 por 100 de agua, 17,60 de materia orgánica y 0,1 por 100 de materia inorgánica, casi toda ella iodo. Contiene también indicios de arsénico y de fósforo.

Baumann y Roos han aislado en el tiroides la «tiroiodina» *(iodotirina)*, que han supuesto fuese el principio activo, que contiene de 10 a 14 por 100 de iodo.

Según las últimas investigaciones de Kendall, el principio activo del tiroides es la *tiroxina*, derivado cicloexano, de la siguiente fórmula:



o sea un derivado iodado del cicloexano, pero de fórmula muy discutible, principalmente en los engarces del iodo. También se cita el «tiroproteido de Notkin» como principio activo del tiroides, suponiéndose sea un iodoproteido.

La gran variación del iodo en la composición química del tiroides hace suponer a Neumeister que la glándula funciona como receptora de tóxicos que absorbe el iodo, como lo hace la glándula hepática con los metales pesados. Verdad es que algunos tiroides fisiológicos carecen por completo de iodo (Neumeister), y otros muestran cantidades superiores a 0,2 por 100 en la glándula fresca, pero éstos son casos excepcionales. Fraenkel ha descubierto en el *paratiroides* la «tiroantitoxina».

La insuficiencia del tiroides y paratiroides o su extirpación determina en el hombre fenómenos tóxicos y metabólicos, acusados éstos por gran depresión de la inteligencia y deficiencias acusadas en la respiración y sobre todo en la asimilación de las materias nutritivas.

Con los paratiroides se preparan los extractos y *paratidoidinas*, así como la *tiroantitoxina*, usadas como antitóxicas. Del tiroides o cuerpo del tiroides se obtiene multitud de preparaciones—cada laboratorio tiene su especialidad o especialidades de esta glándula—, destinadas a combatir el raquitismo, bocio, artritismo, etc.

De un kilo de tiroides de carnero se obtiene de dos a tres gramos de *iodotirina*, de gran actividad, que debe administrarse con prudencia, siempre muy diluída y unida a la lactosa. En el mismo caso se halla la *tiroxina*.

La *medula ósea* va tomando grán importancia opoterápica; de la medula ósea de la ternera se obtiene los llamados *opozomas*, usados contra la clorosis y anemias en general. Unidos a los compuestos cálcicos, ferruginosos y fosfatados, se emplea contra el raquitismo.

Cápsulas suprarrenales.—Las cápsulas suprarrenales que se usan en farmacia son del carnero y ternera; están colocadas junto al riñón—una cápsula en cada uno—en la porción posterosuperior. En el hombre se disponen aplicándose directamente al riñón; en los rumiantes se separan algo por un tejido adiposo y se unen mediante vasos sanguíneos y travéculas conjuntivas. En el hombre la cápsula suprarrenal tiene la forma cónica—de gorro frigio – quedando como aplastada junto al vértice superior; en el carnero tiene la forma de judía, más o menos elíptica, cual si fuera un minúsculo riñón; la

forma de la cápsula en la ternera es variable, pero recordando siempre a la del carnero; su tamaño varía de dos a tres centímetros de largo por medio a uno de ancho.

Es una glándula resistente, de color rojizo cárneo en la del carnero, rojo pálido, algo amarillento; a las pocas horas de extraídas las cápsulas suprarrenales del animal, toman color negruzco o negro.

Visto al microscopio un corte transversal teñido con el picrocarmín o con el picrocarmín litinado (triple coloración), aparecen claramente tres zonas, a saber: 1.ª, la externa o *fibrosa*, formada por tejido muscular liso interior y débil capa conjuntiva externa; 2.ª, la zona *cortical*, formada por células uniformes (ternera) o dividida en dos subzonas (carnero), apretadas, glandulares y con gran cantidad de granulaciones pigmentarias; 3.ª, la zona *medular*, es la interna, de constitución parecida a la cortical, aun cuando las células medulares son un poco más gruesas y con granulaciones fuertes.

Los reactivos demuestran que las granulaciones son de *adrenalina*, siendo los mejores y más clásicos los siguientes: 1.°, con el cloruro férrico toma color verde (reacción de *Vulpian)*; 2.°, con los vapores de ácido ósmico toma color rosa y luego rojo.

El principio químico relevante de las cápsulas suprarrenales es la *adrenalina*, ortodioxifeniletanolmetilamina, o sea un derivado de la pirocatequina.

Las glánsulas frescas o secas, así como los llamados «extractos suprarrenales», se usaron mucho para combatir la «enfermedad bronceada» o de Addison y otras afecciones debidas a alteraciones de las cápsulas suprarrenales. Actualmente se usa la «adrenalina»; bien la procedente de la cápsula—que es la mejor y más activa—o la obtenida por procedimiento sintético, de actividad cuatro veces menor. Su acción principal es vasoconstrictora; se usa asociada a la «novococaína» o «estovaína», como hemostático en las aplicaciones anestésicas locales.

Glándula pituitaria.—Llamada también *hipófisis*. Se halla colocada en la base del cráneo, en la cavidad denominada «silla turca», del esfenoide. Es una glándula de secreción interna, pero de función mal determinada y no muy bien conocida, aun cuando parece fuera de duda que interviene en la formación del líquido cefalorraquídeo.

La usada en Opoterapia es la procedente de la vaca, y aun mejor de la ternera. Consta la glándula de dos partes: una anterior, rojiza, de aspecto de riñón, que es la más desarrollada, y otra posterior, grisácea, más pequeña, de función nerviosa.

El polvo de esta glándula se denomina en farmacia «pituitrina», y se usa como vasoconstrictora y con buenos resultados para facilitar el parto.

La «hipofisina» es un principio extractivo de la hipófisis, que se usa contra la acromegalia y contra la cefalalgia.

Ovario.—Separados, disecados los ovarios en la primera edad—como es muy frecuente en el Africa central—en la edad adulta la hembra carece de casi todos los caracteres del sexo, no se desarrollan los senos ni aparecen las reglas menstruales. Esta es la base de la opoterapia ovárica.

De los ovarios sólo se usa el denominado «cuerpo amarillo», o sea el generador de la secreción interna. El extracto del cuerpo amarillo se llama «luteína», así como el preparado con todo el ovario es el llamado «ovarina», y por otros «ovulina». Todas estas preparaciones se hacen con ovarios de la vaca y ovejas. Su importancia principal es para normalizar las menstruaciones y que no sean dolorosas, para combatir la clorosis, y, en general, contra las perturbaciones ováricas.

Testículo.—Los testículos de los animales, principalmente de los rumiantes, fueron usados, desde los más lejanos tiempos, como afrodisíacos.

Es asunto indiscutible la decisiva influencia que ejercen las glándulas sexuales en la forma del cuerpo, en el desarrollo del sistema muscular y en el despertar de la inteligencia. La atrofia o pérdida de las glándulas sexuales, bien congénita, o por causas ulteriores, determinan estados anormales bien manifiestos, en el hombre y en todos los animales; así el caballo castrado detiene su crecimiento; en los rumiantes jóvenes no aparecen las eminencias frontales o éstas son raquíticas; los gallos castrados no cantan y el plumaje se hace más ordinario y menos brillante, etc., etc.

La opoterapia orquítica ha sido preconizada por el famoso Brown Séquard, haciéndose celebérrimas sus investigaciones, aun cuando en la práctica los resultados no son tan satisfactorios. Las glándulas intersticiales o de secreción interna son las más usadas, preparándose con ellas la denominada *diaxtenina;* el extracto testicular es la *oporquidina*, y los testículos de carnero desecados y reducidos a polvo es la llamada *testiculina* o *testadeno.*

Aun cuando Brown Séquard y Barot proclaman las virtudes maravillosas de estos productos, en la práctica, ya lo hemos dicho, no responden a la fama; se usa para combatir la clorosis de la juventud púber, en las enfermedades del testículo infantil, en la impotencia, senilidad, etc.

Placenta.—La *placentofagia* instintiva, o sea el hecho

bien conocido de que las hembras al parir comen la placenta, así las gallinas, y, en general, las aves, comen la cáscara del huevo después de la salida de los polluelos, hizo pensar a los hombres de ciencia que la placenta había de ser un excelente material medicinal; y, en efecto, la placenta de la vaca y otros rumiantes es de positivos resultados cuando se aplica con oportunidad.

Los extractos de placenta, administrados en inyección, provocan el desarrollo de las glándulas mamarias y activan la secreción láctea. Que la acción galactógena es cierta, se demuestra prácticamente con inyecciones de «galactógeno», rico en *amilasa*, *liposa*, etc., obtenido de las placentas de los rumiantes. Además, es bien sabido que los mencionados fermentos placentarios actúan como excitadores de los acin s glandulares galactóforos.

La «placentina», llamada también «placentosa», o jugo placentario, y demás preparaciones farmacéuticas de la placenta, se usan para aumentar la producción de leche en las nodrizas, y, en general, en todos los casos de agalactia.

Aceptado el fundamento de la Opoterapia, no hay órgano que esté libre de interés medicinal; así, del *riñón* se obtiene un extracto glicerinado que se denomina «nefrina», usado contra los trastornos renales. Del *páncreas* se obtienen extractos y praparados llamados «pancreón», «tripsina», «extracto de pancreatina», etc., usados contra la diabetes hiperhepática y demás insuficiencias funcionales del mencionado órgano. El *bazo* o glándula esplénica proporciona el «extracto esplénico», «curritrol», «linadina», etc., de bastante uso contra la anemia palúdica e hipertrofia esplénica, tan frecuente en los países palúdicos. Hasta ahora sólo se usa el bazo del cerdo. El *hígado*, separada la *bilis*, produce un jugo de secreción interna que, administrado en extracto, comprimidos, etc., forma la «hepatina», «hepatol», etc., recomendado contra la insuficiencia hepática, colitis, ictericia, etc.

La *opoterapia nerviosa* tiene también gran preponderancia medicinal; se utiliza el cerebro de rumiantes, conejo, cerdo, etc., desecado y reducido a polvo, en extracto etéreo, acuoso, oleoso («cefalapina»), como tónicos de la célula nerviosa; la masa cerebral del conejo, emulsionada en suero fisiológico, se emplea contra la hidrofobia (Kolawsky). La «cefalapina», de Greco, es recomendada por su acción sedante. La «cerebrina», «mielina», etc., son productos extractivos.

BIBLIOTECA
DEL
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA

ÍNDICE ALFABÉTICO

INDICE ALFABÉTICO

DE GENEROS Y PRODUCTOS

	Páginas.
Abejas	199
Aceite de Hígado de Bacalao	259
Aceite de Raya	252
Acherontia	232
Acipenser	254
Albertia	70
Alces	306
Almizcle	302
Amæba	9
Ambar gris	291
Amphisbæna	272
Amphihellia	61
Amphiura	64
Anceus	145
Anchitherius	296
Anguillula	122
Anguis	273
Ankylostomum	106
Anopheles	229
Anquilostomiasis	109
Antedon	64
Anthipatella	61
Anthipates	61
Aphrophora	212
Aphis	215
Apis	198
Argas	164
Argonauta	243
Armadillidium	146
Armadillo	146
Ascaris	100
Ascomorpha	69
Asinus	295
Asplachna	69
Astacus	148
Asterias	62
Astrophyton	62
Attacus	231
Axin	225
Bacalao	259
Balæna	295
Balænoptera	295
Balbiania	30
Balantidiosis	51
Balantidium	50
Balanus	145
Balatro	69
Belone	256
Bezoares	310
Bilarziosis	95
Bilharzia	94
Bivaro	314
Blanus	273
Bombus	198
Bos	309
Bothriocephalus	86
Botón de Oriente	37
Budo	42
Bufo	266
Buthus	168
Calandra	194
Camponotus	210
Canis	321
Cantharis	189
Cantárida	190
Cantárida de Montevideo	192
Capra	309
Capreolus	307
Caprimulgus	284
Cápsulas suprarrenales	347
Cardium	239
Carne	337
Carpocapsa	232
Carpocoris	212
Carralejas	182
Carteria	222
Caryophylleus	72
Castor	314
Castóreo	317

	Páginas.
Cecidomya	229
Cercomonas	42
Cera de abejas	201
Cera de China	222
Cerocoma	186
Cervus	307
Cetina	293
Cicada	213
Cimex	212
Civeto	325
Cladocælium	91
Cladorchis	93
Clonorchis	91
Cnethocampa	231
Coccus	216
Coccidium	18
Cochinilla de México	216
» del Nopal	216
» de humedad	146
Codonocladium	32
Cola de pescado	255
Collocalia	284
Conorhinus	212
Corales	61
Corallium	61
Corisa	212
Coryna	186
Cotodon	291
Coturnix	281
Crax	281
Crithidia	39
Cteniza	166
Cuerno de ciervo	307
Cynips	196
Cypselus	284
Cysticercus	80
Chamæleon	274
Chelone	276
Cheyletus	162
Chinche	212
Chirotes	273
Chordodes	124
Chthamalus	145
Dama	307
Davainea	83
Delphinus	291
Demodes	158
Dermacentor	163
Dermanissus	164
Dermatobia	229
Dicroælium	92
Dina	131
Dinobryon	32
Dinotherium	312

	Páginas.
Diplogonoporus	87
Diplospora	18
Diplozoon	90
Disentería tropical	11
Dipylidium	82
Distomum	91
Dochmius	106
Draco	274
Dracunculosis	121
Dracunculus	121
Dreysena	92
Durina	40
Echinococcifer	81
Echinorhynchus	125
Echinus	62
Edotrypanum	35
Egragópilas	310
Eimeria	18
Eledone	243
Elephas	312
Emys	276
Entamæba	9
Epeira	166
Epicauta	188
Equus	296
Ericerus	221
Esperma de ballena	293
Espermaceti	293
Esponjas	56
Esturión	254
Euspongia	56
Eustrongylus	105
Fasciola	91
Fascioleta	93
Fasciolopsis	92
Felis	321
Filaria	116
Filariosis	117
Floscularia	70
Formica	210
Gadus	259
Gallus	282
Galziekte	41
Gambussia	28
Gastrodiscus	93
Geophilus	172
Gerris	212
Gigantorhynchus	125
Glossina	229
Glossiphonia	130
Glicyphagus	161
Gnothostomum	121
Goma laca	223
Gongaulax	45

	Páginas.
Gongylus	274
Gordius	124
Gossyparia	220
Grana Kermes	220
Gregarina	16
Gyge	146
Hæmamæba	20
Hæmenteria	130
Hæmonchus	105
Hæmopis	31
Hæmoproteus	20
Helcosoma	37
Helix	240
Hematuria árabe	117
Hemiclepsis	39
Herpobdella	131
Herpestes	321
Heterodera	122
Heterophyes	93
Hiel de toro	311
Hipófisis	348
Hipparion	296
Hippobosca	228
Hippotigris	297
Hiraceo	313
Hirax	313
Hirudo	132
Hirundo	284
Histiogaster	161
Holophria	50
Holothuria	65
Homarus	147
Hormigas	210
Huechys	213
Huesos	340
Huevo de gallina	282
Hyæna	321
Hydrometra	212
Hymenolepis	82
Hypoderma	229
Iatrobdella	132
Ictiocola	255
Idotea	146
Iguana	274
Ixodes	163
Julus	172
Kala-azar	36
Kermes	220
Krabbea	87
Laca	223
Lacerta	274
Lachnus	215
Lælaps	164
Lagopus	281

	Páginas.
Lagorina	188
Lamblia	44
Lanolina	310
Larinus	194
Laverania	25
Llaveia	225
Lecanium	216
Leche	328
Leiognathus	164
Leishmania	35
Leismaniosis	36
Lepas	145
Leptodera	122
Leptomonas	39
Leucocytozoon	19
Leydenia	14
Linguatula	155
Ligula	72
Limnatis	131
Lithobius	172
Loligo	242
Löschia	9
Lucanus	175
Lucilia	228
Lumbricus	136
Lycosa	166
Lygæus	212
Lynx	321
Lytta	192
Mamanpian	34
Maná del Sinaí	221
Manteca de cerdo	298
Marfil	312
Mastigamœba	32
Mastodon	312
Megastoma	44
Meleagrina	238
Meleagris	281
Melipona	198
Melœ	181
Merlucius	259
Mermis	124
Metastrongylus	105
Metorchis	92
Microspironema	33
Miel	206
Miescheria	30
Monas	42
Monocercomonas	43
Moschus	301
Monodón	291
Monocystis	16
Mus	319
Musca	228

	Páginas.
Mytilus	239
Nagana	40
Necator	109
Nepa	212
Neuroterus	196
Nido de salangana	284
Noctiluca	45
Nosoma	30
Notonecta	212
Numida	282
Nyctotherus	51
Octopus	243
Œnas	188
Œsipo	310
Œsophagostomum	106
Oniscus	146
Ophiura	62
Opilasao	42
Opisthorchis	91
Opoterapia	343
Organoterapia	343
Ornithodorus	164
Oroplasma	37
Orthezia	215
Ostrea	237
Ovario	349
Ovis	309
Oxiurosis	102
Oxyuris	101
Oxyurus	101
Pagurus	149
Palæmon	149
Palinurus	149
Paludismo	28
Papilio	232
Parachordes	124
Paragordius	124
Paragonimus	93
Paramæcium	46
Paramphitomum	93
Paranthipates	61
Paratiroides	344
Pauropus	171
Pavo	282
Pecten	238
Pedalium	70
Pediculoides	162
Pediculus	226
Pela	221
Pelias	270
Pelodytes	96
Penæus	149
Pemphigus	214
Pentastomum	155
Perdix	281
Perlas	238
Phasianus	282
Phocæena	291
Phthyrius	227
Phylloxera	214
Physaloptera	106
Physeter	291
Phytoptus	164
Pian	34
Pieris	232
Pituitaria	348
Placenta	349
Placobdella	130
Plagiomonas	42
Plasmodium	20
Podarcis	274
Pollicipes	145
Polistes	197
Polystomum	90
Polygordius	127
Polynemus	256
Pontobdella	130
Porcellio	146
Porcus	298
Porocephalus	155
Porphyrophora	219
Protodilus	127
Prowarekia	42
Psamodromus	274
Pseudalius	112
Pterocles	281
Pulex	230
Pyralis	232
Raja	252
Rana	265
Rangifer	307
Ratas	319
Reduvius	212
Resina laca	223
Rhabditis	122
Rhabdonema	122
Rhinoceros	296
Rhipicephalus	163
Rhinosporidium	30
Rhizogliphus	161
Rhodites	197
Rhynchoprion	230
Rotifer	70
Salamandra	265
Salinella	51
Sangre	335
» de San Juan	219
Sanguijuelas	132

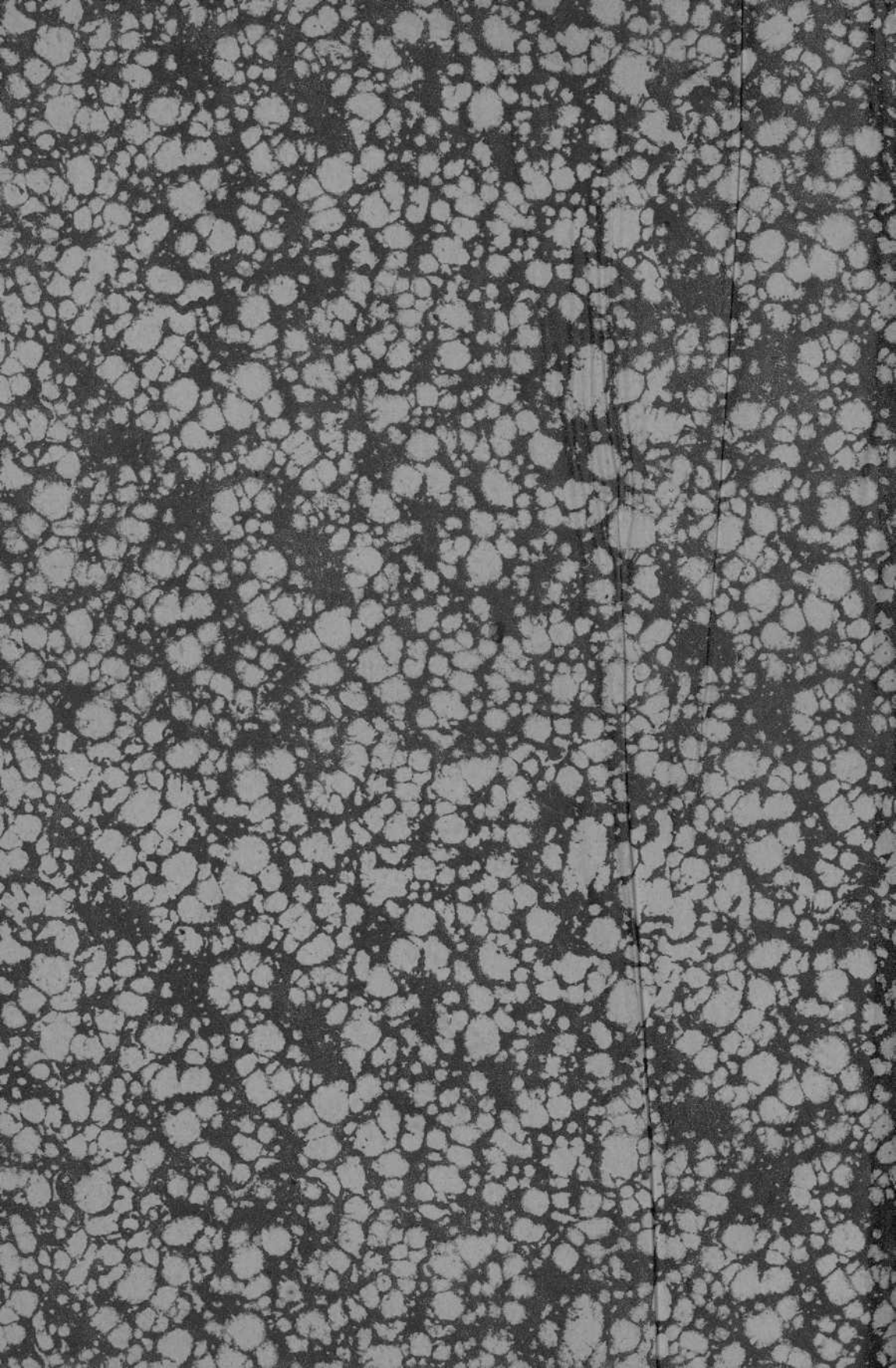
	Páginas.
Sanguisuga	133
Sarcocystis	29
Sarcophaga	228
Sarcoptes	159
Sarna	159
Schistosomum	94
Schizotrypanum	35
Scincus	273
Sclerostoma	106
Scolopendra	172
Scolopendrella	171
Scorpio	168
Scutigera	171
Sebo de carnero	311
Seda	231
Sepia	242
Seps	273
Sericaria	231
Serranus	251
Sífilis	33
Silurus	256
Siphophora	215
Sitaris	123
Sparganum	87
Spargis	276
Spirochæta	32
Spironema	33
Spirostomum	50
Stephanoceros	70
Strongyloides	122
Stylorhynchus	15
Surra	40
Sus	295
Syrodactylus	90
Tabanus	228
Tachardia	222
Tænia	79
Tapirus	295
Tegenaria	166
Ternidens	106
Testículo	349
Testudo	276
Tetramitus	43
Tetrarhynchus	72
Tettigia	213
Thalassochelys	276
Thecosoma	94
Theraphosa	166
Thylenchus	122
Tick-fever	32
Tinea	232
Tipula	229
Tiroides	344
Torpedo	252
Tragulus	301
Trehala	194
Treponema	33
Tripanosomiasis	41
Triquinosis	112
Trichina	112
Trichinella	112
Trichocephalus	111
Trichomonas	43
Trichostrongylus	105
Trochosphæra	70
Trombidium	161
Trygon	252
Trypanophys	35
Trypanoplasma	35
Trypanosoma	38
Tun-tun	109
Tydeus	161
Tyroglyphus	161
Uncinaria	106
Uncinariosis	109
Ursus	320
Vanessa	232
Venus	239
Vespa	197
Víbora	270
Vipera	270
Viverra	322
Vorticella	48
Vulpes	321
Zonabris	184

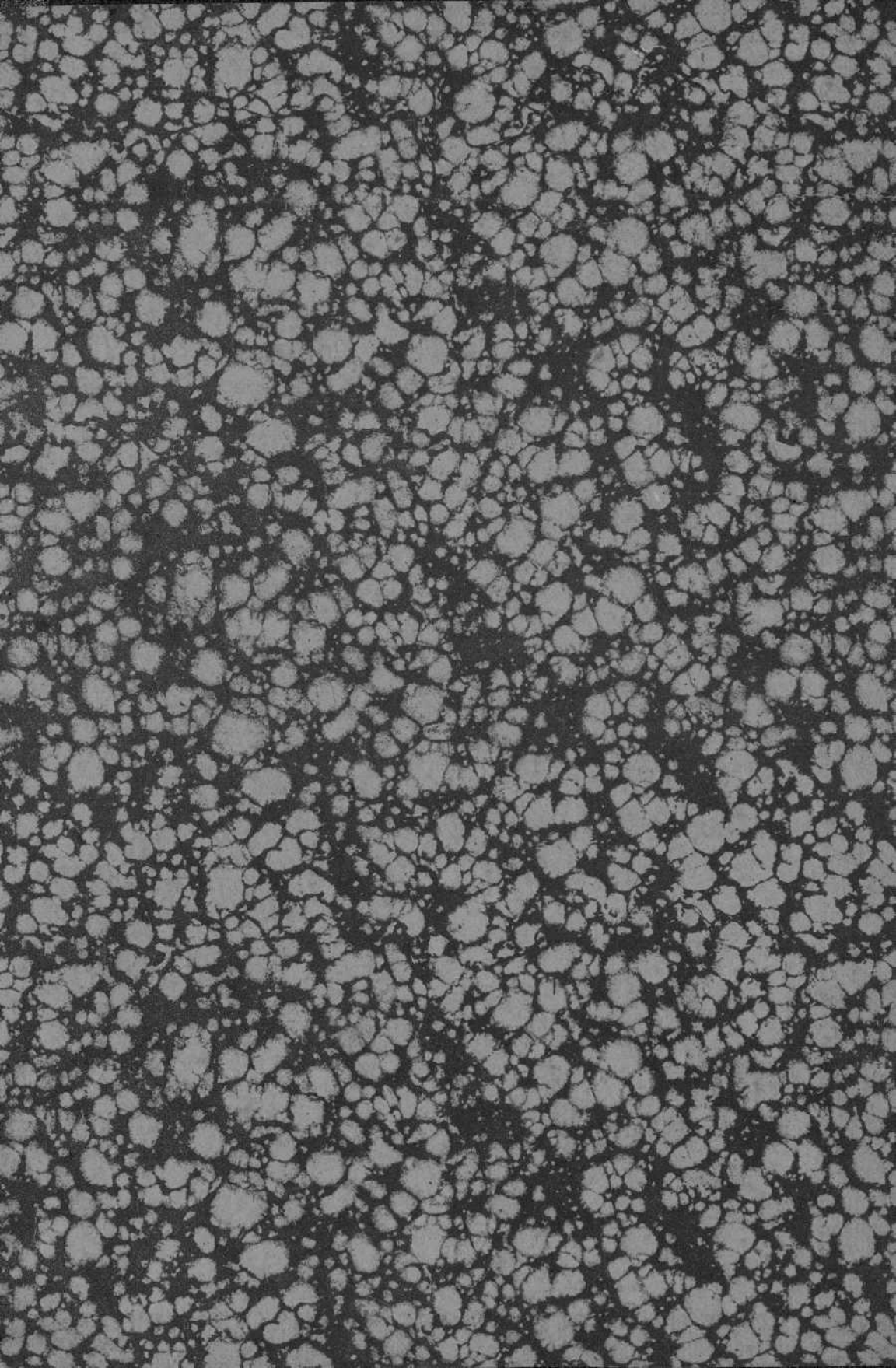
Sanguisorba 179
Saponaria 179
Saxifraga 179
Scabiosa 179
Scandix 179
Schizopetalum 179
Scleranthus 179
Scrophularia 179
Sedum 179
Selinum 179
Senecio 179
Serapias 179
Serratula 179
Sherardia 179
Sicyos 179
Silene 179
Sinapis 179
Sium 179
Solanum 179
Solidago 179
Sonchus 179
Spergula 179
Spiraea 179
Stachys 179
Statice 179
Stellaria 179
Symphytum 179
Tamarix 179
Taraxacum 179
Teucrium 179
Thalictrum 179
Thesium 179
Thlaspi 179
Tordylium 179
Tragopogon 179
Trifolium 179
Triglochin 179
Trinia 179
Tussilago 179
Typha 179
Ulex 179
Ulmaria 179
Urtica 179
Utricularia 179
Vaccinium 179
Valeriana 179
Verbascum 179
Veronica 179
Viburnum 179
Vicia 179
Viola 179
Viscum 179
Xanthium 179

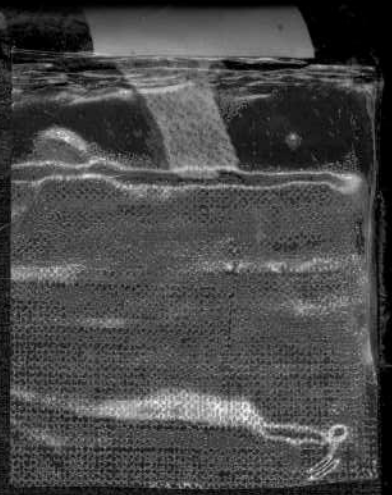
ESTE LIBRO
SE ACABÓ DE IMPRIMIR
EN LA IMPRENTA CLÁSICA ESPAÑOLA
DE MADRID
EN EL MES DE ABRIL
DE 1925

BIBLIOTECA
INSTITUTO PROVINCIAL
SORIA

BIBLIOTECA PÚBLICA SORIA







RIVAS MATEOS

MINERALOGÍA
ZOOLOGÍA
APLICADAS
A LA FARMACIA

D-2
572